Aus der Klinik und Poliklinik
für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten
der Universität Tübingen
Direktor: Professor Dr. Dr. Eugen Fröhlich

Plethysmographische Untersuchungen zur Frage des zyklusbedingten Einflusses auf die Parodontaldurchblutung

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Zahnheilkunde
einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen

vorgelegt von
Klaus-Dieter Bulach
aus Stuttgart

1969

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41547611_0005

Aus der Klinik und Poliklinik
für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten
der Universität Tübingen
Direktor: Professor Dr. Dr. Eugen Fröhlich

Plethysmographische Untersuchungen zur Frage des zyklusbedingten Einflusses auf die Parodontaldurchblutung

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Zahnheilkunde
einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen

vorgelegt von
Klaus-Dieter Bulach
aus Stuttgart

1969

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Dekan: Professor Dr. J. Hirschmann

1. Berichterstatter: Professor Dr. M. Hofmann
2. Berichterstatter: Professor Dr. Dr. E. Fröhlich

FOTODRUCK PRÄZIS Barbara v. Spangenberg KG · Tübingen

Meinen Eltern in Dankbarkeit gewidmet

INHALTSVERZEICHNIS

		Seite
I.	Einleitung und Problemstellung	1
II.	Literaturübersicht	2
	Rückblick über Untersuchungen zum Problem der Zyklusabhängigkeit bestimmter Körperfunktionen	
III.	Theoretische Vorbemerkungen	7
	1. Pulswelle und Pulsform	7
	a) Entstehung der Pulswelle	7
	b) Allgemeine Deutung der Pulsform	8
	2. Die Pulsation des Zahnes	12
	a) Die Gefäßarchitektonik des Desmodontalraumes	12
	b) Diskussion der Parodontalpulskurve	16
IV.	Meßmethodik	18
	A) Prinzip der Meßapparatur	18
	B) Forderungen an das Registriersystem bei der Arterienpulsschreibung	23
V.	Eigene Untersuchungen	24
VI.	Ergebnisse der Einzelbefunde	27
VII.	Statistische Auswertungen	62
VIII.	Kritische Stellungnahme und Diskussion der Befunde	64
IX.	Zusammenfassung	72
X.	Literaturverzeichnis	74

I. Einleitung und Problemstellung

Zyklusabhängige Veränderungen verschiedener Funktionen im weiblichen Organismus werden in der medizinischen Literatur in großer Zahl beschrieben. In der zahnärztlichen Fachliteratur finden sich jedoch nur wenige Angaben über das hormonelle Wechselspiel und seine Auswirkungen auf den Zahn und den Zahnhalteapparat.

Eine von M. HOFMANN (27) entwickelte Meßmethode, welche zu unseren Untersuchungen benutzt wurde, gestattet es, die intraalveoläre Pulsation eines Zahnes in orovestibulärer Richtung als Parodontalpulskurve jederzeit amplitudengetreu und in natürlicher Größe aufzuzeichnen.

Der Parodontalpuls gilt als meßbare Äußerung desmodontaler Durchblutungsverhältnisse (M. HOFMANN) (28), (K.H. KÖRBER) (42).

Eine kontinuierliche Pulsregistrierung über entsprechende Zeiträume hinweg erlaubt deshalb Rückschlüsse auf mögliche zyklusbedingte Schwankungen der Parodontaldurchblutung.

In der vorliegenden Arbeit soll untersucht werden, ob die Durchblutung des Parodontiums Veränderungen während des Menstruationszyklusses der Frau zeigt.

II. Literaturübersicht

Rückblick auf Untersuchungen zum Problem der Zyklusabhängigkeit bestimmter Körperfunktionen

Nachdem M. JACOBI (37) 1876 erstmals von rhythmischen Schwankungen einiger Körperfunktionen während des menstruellen Zyklus der Frau berichtet hatte, wurde in der Folgezeit in zahlreichen wissenschaftlichen Arbeiten zu diesem Problem Stellung genommen. Die ersten Untersuchungen beschränkten sich auf diejenigen Funktionen im weiblichen Organismus, deren meßtechnische Erfassung mit den Mitteln der damaligen Zeit möglich war.

So gelang es 1878 J. GOODMAN (20), eine biphasische Rhythmik von Veränderungen im Organismus der Frau nachzuweisen. Auf diese Beobachtungen begründete er seine "Wellentheorie der Menstruation", die 1890 von L. v. OTT (63) in seinem "Gesetz von der Periodizität der physiologischen Funktionen im weiblichen Organismus" bestätigt wurde. Beide Autoren hatten bei ihren Untersuchungen für Puls, Blutdruck, Wärmeausstrahlung, Vitalkapazität, Reaktionszeit u.s.w. einen Höhepunkt kurz prämenstruell gefunden, dem für alle Werte ein Wellental zur Zeit der Menses gefolgt war. Diese Ergebnisse konnte G. SCHMOTKIN (73) im Jahre 1912 bestätigen. Scharfe Gegner der Wellentheorie waren J. SCHICKELE (72) und seine Schüler, die jeglichen Zusammenhang zwischen einer Variation bestimmter Körperfunktionen und dem zyklischen Geschehen ablehnten.

Mit zunehmender Verfeinerung der Meßmethoden und steigender Zahl der metrisch erfaßbaren Funktionen im weiblichen Körper wurde in neuerer Zeit bestätigt, daß eine zyklus-

abhängige Rhythmik von Veränderungen vorhanden ist. Umstritten ist im wesentlichen nur noch der genaue Zeitpunkt, an dem der Umschlag verschiedener Funktionsgrößen erfolgt.

Im folgenden sollen vor allem Untersuchungsbefunde der Autoren wiedergegeben werden, die sich mit zyklischen Veränderungen bestimmter Kreislaufgrößen befaßt haben.

M.L. LINDER (50) 1920, W.C. CULLIS, E.M. OPPENHEIMER und M. ROSS-JOHNSON (8) 1922, L.M. MOORE und C.R. COOPER (59) 1923, L.M. MOORE und L.M. JENKINS (60) 1931 berichten von einem Höhepunkt der Pulskurve im Inter- und Prämenstrum, der von einem Minimum zur Zeit der Menses oder gegen deren Ende gefolgt sei. Eine zweigipflige Pulswelle im Verlauf des Zyklus, deren eines Maximum dem Ovulationstermin entspräche und deren anderes im Prämenstrum zu liegen komme, beschreiben 1948 N. KLEITMAN und A. RAMSAROOP (40).

Als einziger neuerer Untersucher fand zu dieser Zeit K. HOLLOSI (30) 1937 ein menstruell erhöhtes Pulsniveau.

Im Jahre 1922 stellten A. LABHARDT und P. HOSSY (46) die Theorie auf, daß die Wellenbewegung in den Funktionen des weiblichen Körpers durch die entsprechenden Keimdrüsenhormone hervorgerufen werden. Diese Vermutungen konnten A. DAHLMANN (9) und O. FRANKE (16) tierexperimentell bestätigen. Beide Autoren formulierten dann unter Zugrundelegung der EPPINGER-HESS'SCHEN Tonustheorie erstmals den Gedanken, daß während der Menstruation eine vagotone Gesamteinstellung des weiblichen Organismus vorliegen könne. Auch J. ARTNER (2) sprach 1954 die Vermu-

tung aus, daß die mannigfaltigen Symptome, die in der Literatur als praemenstruelles Syndrom (premenstruel tension nach R.T. FRANK, H.C. TAYLOR und J.P. GREENHILL) (12) beschrieben werden, offenbar mit der vegetativen Reaktionslage des weiblichen Organismus zusammenhängen. Die meisten Befunde sprechen nach seiner Ansicht für eine parasympathische Einstellung in der Follikelphase und eine sympathische Reaktionslage in der Corpus-luteum-Phase. Zweimal im Verlaufe des Zyklus komme es zu einer vegetativen Gesamtumschaltung und zwar zum Zeitpunkt der Ovulation und der Menstruation, knapp nachdem die vegetative Schwingung ihren jeweiligen maximalen Wert erreicht habe. E. FEUSTEL (11) berichtet 1954, daß häufig im Praemenstrum ein Oberwiegen des Sympathikotonus zu beobachten sei, der dann im Verlaufe der Menses in eine vagotone Gesamtlage übergehen könne.

H. KNAUS (41) stellt fest, daß der Blutdruck am letzten Tage vor der Menstruation konstant einen geringen Anstieg aufweist, um während der Regelblutung um etwa 10 - 15 mm Hg abzusinken. Der Blutdruck bleibt während der Menses auf diesem Tiefpunkt und kehrt dann sofort auf den normalen intermenstruellen Wert zurück. Diese Tatsache, insbesondere der geringe praemenstruelle Blutdruckanstieg, der mit einem maximalen Follikulinspiegel im Blut der Frau zusammenfällt, legen nach H. KNAUS (41) den Gedanken nahe, daß die Blutdruckschwankungen durch den Einfluß des Follikulins auf die glatte Muskulatur der Gefäße bedingt sind.

Eine bereits immer vorhandene relative weibliche Gefäßlabilität steigert sich nach den Untersuchungen von

O. MOLLER (58) besonders während der Menstruation, so daß sich der Einfluß der Keimdrüsenhormone im Rhythmus des Monatszyklus zeige. Praemenstruell besteht nach Ansicht des Autors eine Neigung zu spastischer Einstellung der Kapillaren, und es komme deshalb zum Blutdruckanstieg. Mit dem Eintritt der Regel würden sich die kleinsten Blutgefäße wieder erweitern und der Blutdruck sinke ab. W. HABEN (21) wies 1922 eine Vasokonstriktion der Nagelbettkapillaren im Praemenstrum nach. R. WENNER (82) berichtet über eine Erweiterung der peripheren Gefäße durch östrogene Stoffe, während A. zur HORST-MEYER und G. HEIDELMANN (32) eine bessere Durchblutung der Akren im Praemenstrum beobachtet haben.

E.A. KOMIENKO (44) ermittelte mit sehr feinen Untersuchungsmethoden, daß während des normalen biphasischen Zyklus der Frau die Retinagefäße in der ersten Hälfte relativ enger und in der zweiten Zyklushälfte relativ weiter sind. Diese Befunde konnte E.A. JUNCEDA (39) 1961 bestätigen. Er stellte eine Obereinstimmung zyklischer Blutdruckänderungen in den Retinagefäßen mit denen in der Cubitalarterie fest. R. LANDESMAN und Mitarbeiter (47) fanden in Conjunktivalgefäßen des Auges eine Vasokonstriktion der Arteriolen zur Zeit der Menstruation und Ovulation.

Mit Hilfe von Fingerplethysmogrammen registrierten R. OPPO und M. ALBERTAZZI (62) 1961 einen Gefäßspasmus während der Menses und eine Gefäßerweiterung in der intermenstruellen Zyklusphase.

Auf zahnmedizinischem Gebiet sind erste quantitative Untersuchungen über geschlechtsspezifische Hormonwirkungen auf

bestimmte Funktionen des weiblichen Parodontiums von H. R. MOHLEMANN (55) durchgeführt worden.

Periodisch auftretende Zahnfleischveränderungen werden von zahlreichen Autoren beschrieben (J. RIEBE) (70), (D. TREUENFELS) (79), (D.E. ZISKIN) (86) u.a.. Fast übereinstimmend werden als mögliche Entstehungsursache dieser rhythmisch rezidivierenden Gingivitiden zyklusabhängige hormonelle Umstellungen innerhalb des endokrinen Systems angesehen.

III. Theoretische Vorbemerkungen

1. Pulswelle und Pulsform

a) Entstehung der Pulswelle

Eine durch Drucksteigerung im linken Herzventrikel bei jeder Systole herbeigeführte Ausweitung der Aorta ergreift von deren Wurzel ausgehend nacheinander das gesamte arterielle Gefäßgebiet in Form einer Schlauchwelle (O. FRANK) (13, 14).

Diese energiereiche Druckwelle bezeichnet man als Pulswelle. Sie verläuft vom Kreislaufzentrum aus mit 8 - 9 m/sec. über die mit 20 - 60 cm/sec. in den Arterien strömende Blutsäule hinweg bis zu den Arteriolen der Körperperipherie. In den Arteriolen wird die Energie der als primär rechtläufigen Welle bezeichneten Schlauchwelle teilweise in kontinuierliche Stömung umgewandelt (A. MOLLER) (57), zum anderen Teil als sogenannte rückläufige Welle reflektiert (H. v. RECKLINGHAUSEN) (68). Die rückläufigen Wellen aus den verschiedenen Körperregionen vereinigen und überlagern sich in den großen herznahen Gefäßen und werden in der Aortenwurzel wiederum als sekundär rückläufige Wellen zurückgeworfen, da sich im Verlauf des Herzrhythmus die Aortenklappen geschlossen haben. Auf Grund unterschiedlicher Entfernung der Arteriolen vom Herzen (z.B. Herzarteriolen und Arteriolen des Paradontiums) treffen die rückläufigen Wellen mit zeitlicher Differenz in den großen Gefäßen ein, so daß sich dort aus rückläufigen und sekundär rückläufigen Wellen ein Gewobe mit gleichmäßigem Anstieg und Abfall ausbildet. Diese von O. FRANK (15)

auch als "arterielle Grundschwingung" bezeichnete stehende Welle überlagert sich der ursprünglichen Pulswelle und bestimmt bei Registrierung im Sphygmogramm sehr wesentlich die Form der Pulskurve.

Der Erkenntnis von O. FRANK (15), daß sämtliche großen Schlagadern des menschlichen Körpers eine sogenannte Windkesselfunktion ausüben, und daß sich außerdem der vom Herzen ausgehenden Druckwelle Eigenschwingungen des Arteriensystems als Folge einer peripheren Reflexion überlagern, steht bis heute die Meinung von K. HÜRTHLE (34) gegenüber, der annimmt, daß die Umformung der Pulswelle in der Peripherie des Körpers als Folge einer "von der Herztätigkeit unabhängigen, aktiven Bewegung der Arterienwand", einer sogenannten "Wandwelle" anzusehen ist.

b) Allgemeine Deutung der Pulsform
Die Pulswelle wird bei der unblutigen Registrierung mit Hilfe von Pulsschreibern im Sphygmogramm als Kurvenbild aufgezeichnet.

Man unterscheidet nach der Entfernung vom Herzen einen zentralen und einen peripheren Puls.

Form und Größe der jeweiligen Pulskurven sind das Ergebnis einer Vielzahl von Vorgängen am Herzen und in den Gefäßen (siehe Abb. 1).

Bei jeder Systole des Herzens wird durch die Kontraktion des Atriums Blut in den linken Ventrikel geworfen. Dieses Blut prallt gegen die noch geschlossenen

Aortenklappen und buchtet sie kurz aus. Als Widerhall der Vorhofkontraktion erscheint auf dem Sphygmogramm die sogenannte erste Vorschwingung oder Vorwelle als kleine Erhebung, die sich dem diastolischen Abfall des vorausgegangenen Pulses überlagert. (K. HORTHLE) (35).

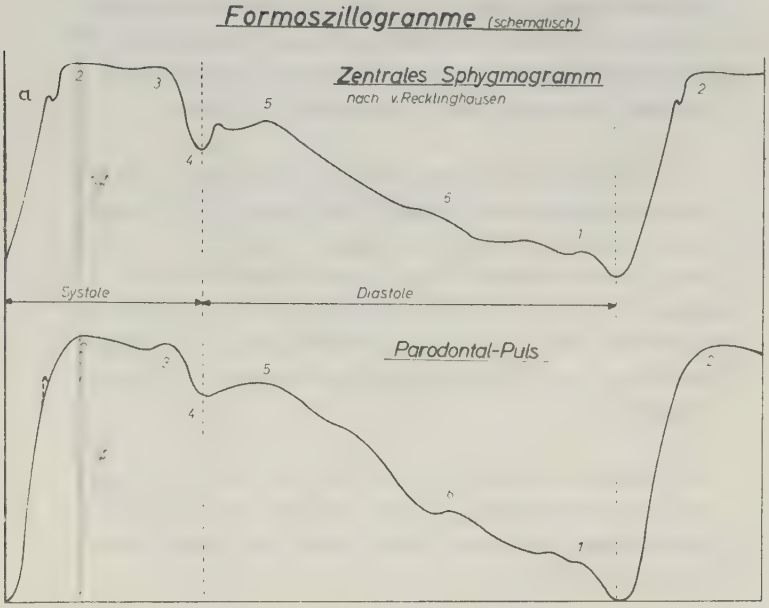


Abb. 1:
Schematische Darstellung eines zentralen Pulses nach v. RECKLINGHAUSEN und eines Parodontalpulses
1 = Vorschwingung (Kontraktion des Vorhofes)
a = Anfangsschwingung (Eigenschwingung des Gefäßsystems)
2 = Systolischer Gipfel (Hauptschlag)
3 = Beiwelle
4 = Incisur (Ende der Systole)
5 = Nebenschlag (Gipfel der Diastole)
6 = Nachschlag
7 = Pulsamplitude

Durch die isometrische Kontraktion des linken Ventrikels werden jetzt die noch geschlossenen Aortenklappen ebenfalls ausgebuchtet. Es entsteht auf dem Kurvenbild eine zweite Erhebung, unmittelbar vor dem Hauptanstieg der Pulskurve (K. HÖRTHLE) (35).

Infolge der Ventrikelkontraktion der geöffneten Aortenklappen kommt das Herz als ganzes zum Schwingen. Daraus ergibt sich die sogenannte Anfangsschwingung, die als leichter Einschnitt auf dem Sphygmogramm sichtbar werden kann.

Als Ventrikeldruckkurve bei der Systole stellt sich die sogenannte primäre Welle dar, die nach ihrem Anstieg zum systolischen Gipfel auf ihrem abfallenden Schenkel eine deutliche "Incisur" aufweist. Sie ist bedingt durch einen kurzdauernden Rückstrom des Blutes der aufsteigenden Aorta mit Beendigung der Systole und Schließen der Aortenklappen.

Oft folgen der Klappenincisur noch ein oder zwei kleinere Schwingungen nach, die vermutlich von Vibrationen der Semilunarklappen am Herzen herrühren (K. HÖRTHLE) (34).

Der zentrale Puls spiegelt also im wesentlichen die Aktion des linken Herzventrikels wieder, während die Form des peripheren Pulses und der Verlauf des diastolischen Kurventeiles des zentralen Pulses durch

den Zustand und die Regulation der peripheren Gefäße bestimmt wird.

Der senkrechte Abstand des systolischen Gipfels von der Verbindungslinie der beiden diastolischen Fußpunkte, d.h. der sogenannten Basislinie, wird als Pulsamplitude bezeichnet. Sie ist Ausdruck der Druckdifferenz zwischen systolischem und diastolischem Pulsniveau im entsprechenden Gefäßgebiet (Abb. 1).

2. Die Pulsation des Zahnes

a) Die Gefäßarchitektonik des Desmodontalraumes

Der einzelne Zahn ist durch ein funktionell geordnetes desmodontales Fasersystem in seinem Knochenfach verankert und von einem Blutgefäßnetz umgeben. (siehe Abb. 2).

Zahnärztl. Institut Ho.

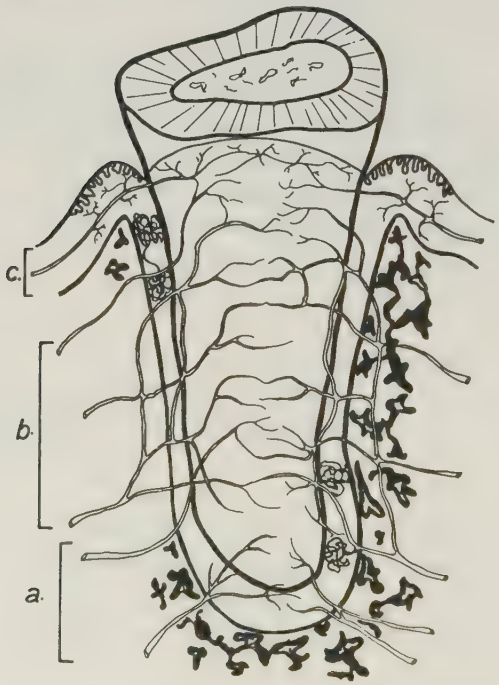


Abb. 2:
Schematische Darstellung der Gefäßversorgung des Parodontiums (in Anlehnung an G.H. SCHUHMACHER und W. BOEHL umgezeichnet): a) apicale Gefäßzufuhr
b) alveoläre Gefäßzufuhr
c) gingivale Gefäßzufuhr

Die Blutgefäße des Parodontiums stammen aus der arteria infraorbitalis und gelangen als rami interalveolares et perforantes durch kleinste Kanälchen in der lamina interna der knöchernen Alveole in den Desmodontalraum. Hier bilden sie in Form von Gefäßknäueln (C. WEDL) (81) (G. SCHWEITZER) (76) sogenannte Vaskularisationsetagen (W. BOEHL) (6) mit leiterartigen Kommunikationen (G. SCHWEITZER) (76), die zirkulär um den Zahn verlaufen (Abb. 2).

E. FRÖHLICH (17) und P. LENZ (49) konnten nachweisen, daß eine ungleichmäßige Gefäßverteilung im Desmodontalraum vorhanden ist. Mehr- bzw. größerkalibrige Gefäße mit einem Durchmesser von 3 - 5 μ bis maximal 8 μ finden sich in diagonaler Anordnung von der Drehachse besonders marginal-palatinal bzw. apikal-vestibulär. Diese Gefäßanordnung hat sich nach Meinung von K. HÄUPL (24) und E. FRÖHLICH (18) aufgrund entsprechender funktioneller Beanspruchung ausgebildet. M. HOFMANN und R. DIEMER (27) hatten als Folgerung aus ihren Untersuchungen über die physiologische Zahnbewegung 1963 diese diagonal von der Drehachse orientierte Gefäßanordnung bereits angenommen (siehe Abb. 3a und b).

Die Klassifizierung dieser spezifischen Blutstrombahnen ist noch nicht eindeutig geklärt. Man nimmt an, daß es sich um passiv dehnbare Kapillarschläuche ohne eigene Kontraktilität handelt (L. ILLIG) (36); (P. LENZ) (49).

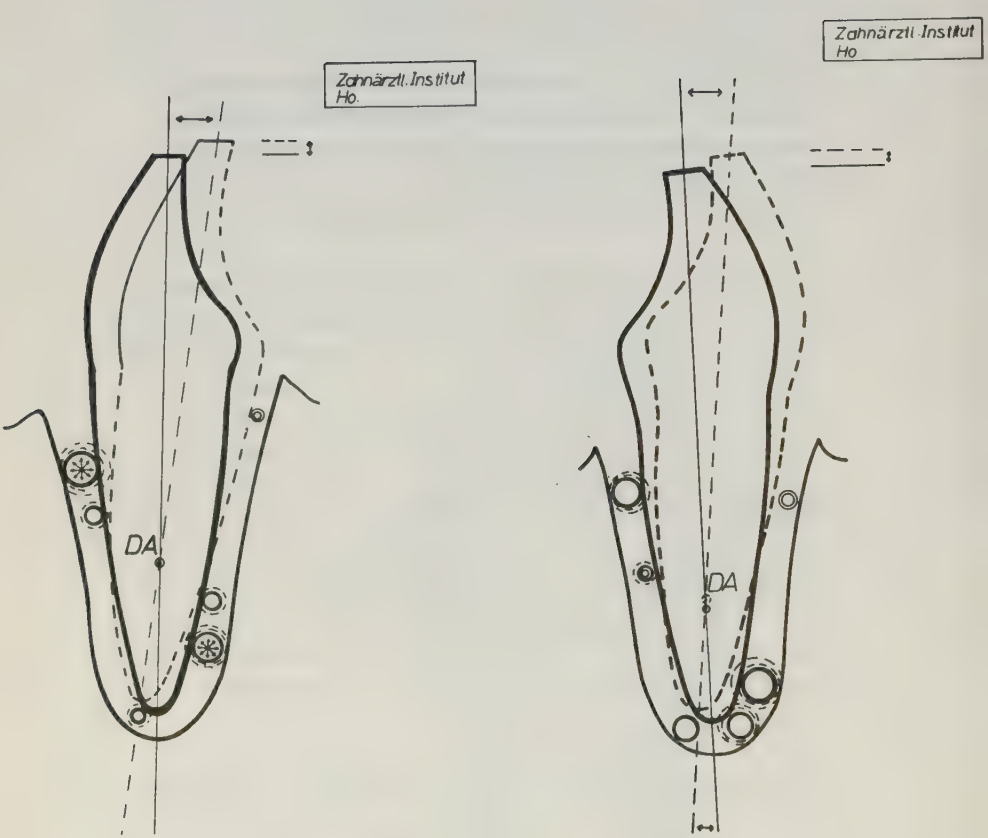


Abb. 3a und b:
Schematische Darstellung der möglichen Gefäßanordnung im Periodontalraum und die sich daraus ergebende Ruhepulsation des Zahnes

Die intraalveolären, herzschlagsynchronen Pendelbewegungen des Zahnes in orovestibulärer Richtung resultierten demnach aus einem Oberwiegen der integrierten Gefäßvoluminaänderungen einer Parodontalspalthälfte. H.R. MOHLEMANN (56) bezeichnet diesen rhythmisch ablaufenden Bewegungsvorgang als "vasculären Zirkulationsmechanismus".

Die pulsatorischen Volumenschwankungen der Kapillaren werden über interstitielle Gewebsflüssigkeit und über die gesamten zellulären Bestandteile des Weichgewebes auf den Zahn übertragen.

Bei Änderungen des Stromvolumens im parodontalen Gefäßsystem um einen bestimmten Betrag bleibt die Volumendifferenz zwischen marginal-labialer und apikal-palatinaler Parodontalspalthälfte erhalten, damit auch Form und Richtung der Parodontalpulskurve. Die Pulsamplitude wird entsprechend der Vergrößerung oder Verkleinerung des Gesamtvolumens höher oder niedriger (K.H. KÖRBER) (42).

Der in seiner Alveole praktisch wie in einer hydraulischen Kapsel eingeschlossene Zahn wirkt als Pulsfühler und vergrößert die Bewegung, da er einen zweiarmigen Hebel darstellt (W. BAUER und F.J. LANG) (3).

Die Einbettung der Gefäße zwischen Knochen und Zahnhartsubstanz erklärt eine dämpfungsarme Übertragung der dentalen Pulsbewegungen (R. DIEMER) (10).

b) Diskussion der Parodontalpulskurve

Der freistehende unbelastete Zahn bewegt sich nach M. HOFMANN und R. DIEMER (27) im Rhythmus des Herzschlages auf einer Raumgeraden, deren formoszillographische Aufzeichnung im systolischen und diastolischen Verlauf das Bild eines herznahen, arteriellen Volumenpulses ergibt, wie er zum Beispiel an der Arteria carotis abgenommen werden kann (Abb.1).

Ebenso wie diesem typischen Vertreter eines zentralen Pulses gehen dem Parodontalpuls eine, manchmal auch zwei Vorschwingungen voraus.

Der Hauptanstieg des normalen Parodontalpulses ist steil, der letzte Teil zum systolischen Gipfel verläuft häufig etwas flacher. Oft findet sich vor dem systolischen Gipfel eine sogenannte anakrote Schulter, deren Entstehung noch unklar ist. O. FRANK (13) nahm eine Reflexion von der Schädelbasis an, K. HORTHLE (34) machte seine von der Herzaktion unabhängige "Wandwelle" dafür verantwortlich und L.H. PETERSON (64) diskutierte die Trägheit der Blutsäule als Ursache.

Der Gipfel des Parodontalpulses liegt früh in der Systole. Vom Maximum fällt die Kurve nicht gerade zur Klappenincisur, sondern fast regelmäßig über eine sogenannte "katakrote" Schulter (systolisches Plateau nach E.J. MAREY) (52) ab. Ihr Zustandekommen ist noch nicht eindeutig geklärt. Ihre Ausprägung wird unter anderem mit der Höhe des peripheren Widerstandes in Zusammenhang gebracht. Nach R.S. ALEXANDER (1) ist ein Stau des Schlagvolumens, das gegen den peripheren Widerstand nicht schnell genug in die Peripherie ab-

fließen kann, die Ursache. O. FRANK (14), E. WETTERER und B. DEPPE (83) nehmen als Ursache reflektierte Wellen aus der Aorta an, die sich dem systolischen Gipfel überlagern. K. HORTHLE (35) diskutierte spezielle Eigenschaften der Arterienwand, außerdem einen veränderten Kontraktionsmodus des linken Ventrikels, der den Hauptanteil des Schlagvolumens nicht in der ersten Hälfte der Systole entleert, sondern pathologisch erst in der zweiten Hälfte.

Mit dem Ende der katakroten Schulter hört die Systole auf. Der Druck fällt, bis er durch den Schluß der Aortenklappen aufgefangen wird.

Die Klappenincisur erscheint bei der Parodontalpulskurve im Gegensatz zum Carotispuls gelegentlich etwas gedämpfter und liegt gewöhnlich in Höhe von 2/3 der Gesamtamplitude (Abb. 1).

Oft schließen sich der Incisur noch ein oder zwei kleine Schwingungen an, die vermutlich von Vibrationen der Semilunarklappen herrühren (K. HORTHLE) (35).

Auf die Incisur folgt der diastolische Kurventeil, der mit einem "Buckel" beginnt (Nebenschlag) (v. KRIES), welcher als Ausdruck der arteriellen Grundschwingung (O. FRANK) (15) angesehen werden kann und als Dikrotie bezeichnet wird. Sie ist Zeichen einer Druckerhöhung zu Beginn der Diastole. Infolge der Windkesselfunktion der Aorta fällt der diastolische Druck nicht steil ab, sondern sinkt nur langsam bis zum Fußpunkt des nachfolgenden Pulses.

IV. Meßmethodik

A) Prinzip der Meßapparatur

Die von M. HOFMANN (27) in Zusammenarbeit mit dem Institut Dr. Förster, Reutlingen, entwickelte Meßapparatur arbeitet nach folgendem Prinzip (siehe Abb. 4 und 5):

Eine Tasternadel erfaßt die Pulsationsbewegungen des Zahnes in einer Richtung. Diese kleinsten Wegeänderungen werden durch ein mechano-elektrisches Wandlersystem in elektrische Spannungen umgesetzt. Im Registriergerät werden diese Spannungsänderungen nach nochmaliger Umformung als Pulsschwingungen aufgezeichnet.

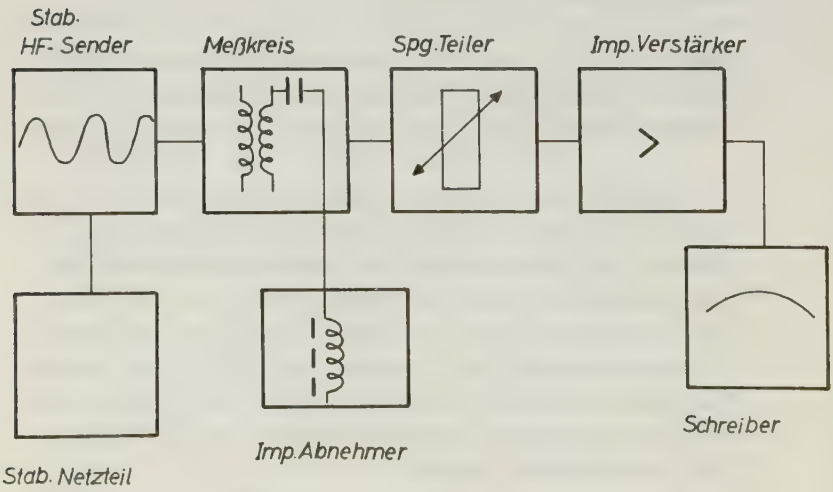
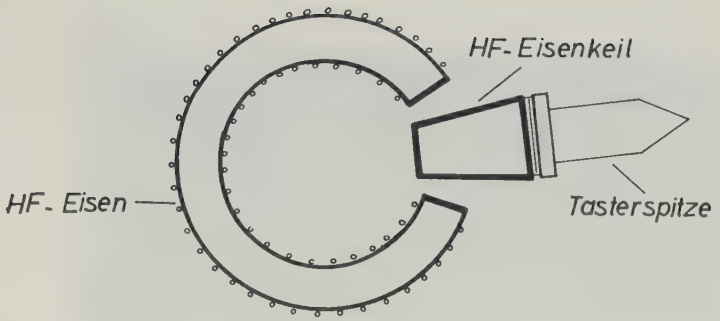


Abb. 4:
Blockschaltbild des elektronischen Pulsregistriergerätes

Zahnärztl. Institut
Ho.



Pulsabnehmer (Prinzipskizze)

Abb. 5:
Schematische Prinzipskizze des Pulsabnehmers

Der Pulsabnehmer wird auf einen Feintrieb montiert und mittels einer Trägerschiene im Mund an den Seitenzähnen mit Gips befestigt (siehe Abb. 6).

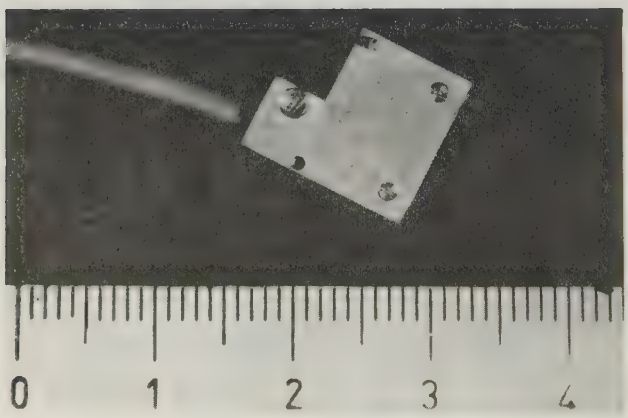


Abb. 6:
Der elektronische Pulsabnehmer

Durch ein sinnvolles Gelenksystem ist der Abnehmer in jede gewünschte Stellung auf den zu messenden Zahn einstellbar.(siehe Abb. 7):

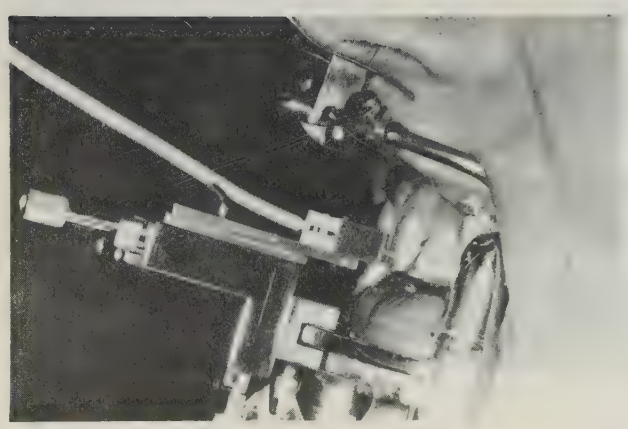


Abb. 7:
Pulsabnehmer in Arbeitsstellung bei der Registrierung des Parodontalpulses

Der Anlagedruck der Abnehmernadel beträgt 0,09 p. Ihre Eintauchtiefe wird elektronisch gesteuert, so daß stets gleiche Untersuchungsbedingungen gewährleistet sind.

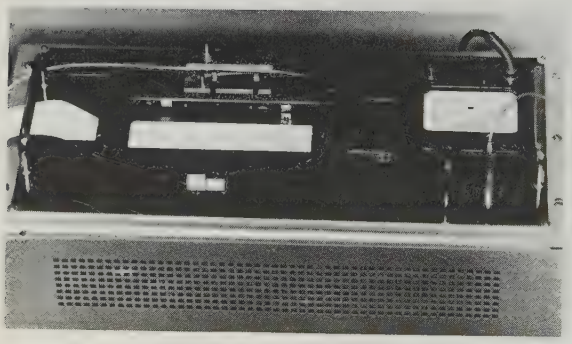


Abb. 8:
Ansicht des Registriergerätes

B) Forderungen an das Registriersystem bei der Arterienpulsschreibung

Drei Bedingungen müssen nach E. GADERMANN und H. JUNGMANN (19) bei der unblutigen Schreibung des Arterienpulses vom Registriersystem erfüllt werden:

Als erstes sollte der Pulsschreiber eine genügende Empfindlichkeit besitzen, damit auch minimalste pulsatorische Bewegungen mit ausreichender Verstärkung wiedergegeben werden.

Bei dem von uns benutzten System können die vom Wegaufnehmer zurückgelegten Strecken in 100 000facher Verstärkung wiedergegeben werden.

Weiter wird eine hohe Eigenfrequenz des Systems gefordert.

Eine für Arterienpulsschreibung benötigte Eigenfrequenz von mindestens 100 Hz ist gegeben. Die Eigenfrequenz des von uns benutzten Gerätes liegt bei ca. 200 Hz.

Das größte Problem für die Beurteilung der Pulsform ist die formgetreue Wiedergabe. Ein Kriterium hierfür stellt die Zeitkonstante dar. Sie ist definiert durch diejenige Zeit, in der die Registrierkurve bei gleichbleibendem Druck auf den Pulsfühler vom höchsten Puls des Ausschlages bis auf 1/3 der Amplitudenhöhe absinkt. Die Zeitkonstante sollte bei der Registrierung am Menschen mindestens 1,5 sec. betragen. Diese Funktionsgröße beträgt bei dem von uns benutzten Meßapparat 1,8 sec.

V. Eigene Untersuchungen

1. Allgemeine Versuchsbedingungen

Zur Auswahl der Versuchspersonen
Die Messungen wurden bei sieben gesunden jungen Mädchen im Alter zwischen 18 und 22 Jahren durchgeführt. Der Eintritt in die Menarche lag bei allen mindestens 5 Jahre zurück. Diesem Punkt wurde besondere Beachtung geschenkt, da nach N.R. COOPERMAN (7) zyklische Unregelmäßigkeiten und vor allem anovulatorische Zyklen in der Pubertätszeit häufig sind. Sämtliche Probandinnen gaben außerdem an, in den vorausgegangenen Jahren regelmäßig menstruiert zu haben.

Da die zu untersuchenden Funktionen nicht nur vom zyklischen ovariellen Geschehen, sondern von den mannigfaltigsten äußeren und inneren Faktoren abhängig sind, wurde auf eine möglichst große Konstanz der externen beeinflußbaren Bedingungen geachtet. Es kam uns dabei zugute, daß mit Ausnahme von einer Versuchsperson alle Probandinnen Angehörige der Klinik waren, ein Umstand, der für ziemlich gleiche Bedingungen des gesamten zu untersuchenden Personenkreises garantierte.

Die Messungen wurden bei jeder Versuchsperson über mindestens einen vollkommenen Zyklus durchgeführt. Es wurde streng darauf geachtet, daß die Messungen täglich morgens innerhalb des gleichen Zeitraumes in einem möglichst großen Ruhezustand immer vom gleichen Untersucher vorgenommen wurden.

Die Basaltemperaturen wurden von den Mädchen selbständig gemessen und notiert. Die Blutdruckmessung nach RIVA-ROCCHI erfolgte immer zu Beginn der Parodontalpulsabnahme.

Die Abnahme der Parodontalpulskurven wurde in jedem Fall an Oberkieferfrontzähnen mit klinisch gesundem Parodontium durchgeführt. Es wurde außerdem darauf geachtet, daß bei den Mädchen ein normaler Oberbiß vorlag.

Bei der außerordentlich großen Verstärkung ist eine absolut ruhige Lagerung der Versuchsperson Bedingung. Die Probandinnen saßen während der Messungen deshalb bequem und entspannt in einem zahnärztlichen Behandlungsstuhl.

Bei jeder Messung wurden ca. 30 Pulsperioden aufgezeichnet. Zur Auswertung kamen nur die störungsfrei registrierten Kurvenbilder.

2. Zur Auswertung der Parodontalpulskurven

Zur Auswertung der Parodontalpulskurven hinsichtlich ihrer Amplitudengröße wurde jeweils eine Sequenz von 10 vollständigen Pulsperioden aus einer Folge von ca. 30 bei jeder Messung aufgezeichneten Pulskurven ausgewählt (Abb. 9). Die angegebenen Werte stellen also einen Mittelwert aus 10 Perioden dar.

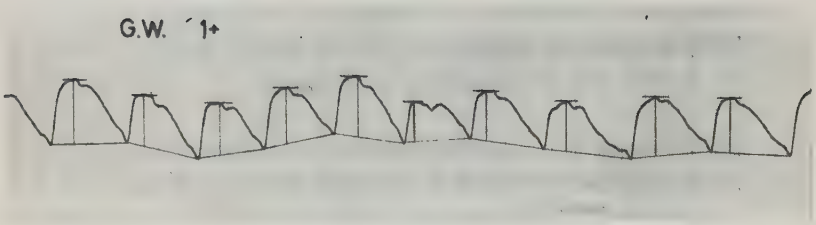


Abb. 9:
Originalsphygmogramm zur Auswertung der Amplitudenhöhe aus einer Sequenz von 10 Pulsperioden.
Verstärkung 10 000fach, 1 mm = 0,1 µ
Dehnung 20 mm/sec

Bei diesem Kurvenzug wurde vor allem darauf geachtet, daß die respiratorischen Schwankungen, wie sie bei der unblutigen Volumenpulsabnahme auftreten, möglichst klein waren und eine möglichst einheitliche Basislinie nicht "überschritten" wurde.

Als Amplitudenhöhe wurde bei diesen 10 Pulsperioden jeweils die mittlere Ordinate der Kurve bestimmt, d.h. der Abstand des systolischen Kurvengipfels zur Verbindungslinie der beiden diastolischen Fußpunkte (Abb. 9). Die metrische Angabe erfolgt in u (10^{-3}mm).

VI. Ergebnisse der Einzelbefunde

Im folgenden werden nun zunächst die Ergebnisse bei den einzelnen Probandinnen besprochen.

Untersuchungsperson 1 B.S. 19 Jahre
Distalbiß,
Meßzahn 1+,
normaler Frontzahnüberbiß,
gesundes Parodontium

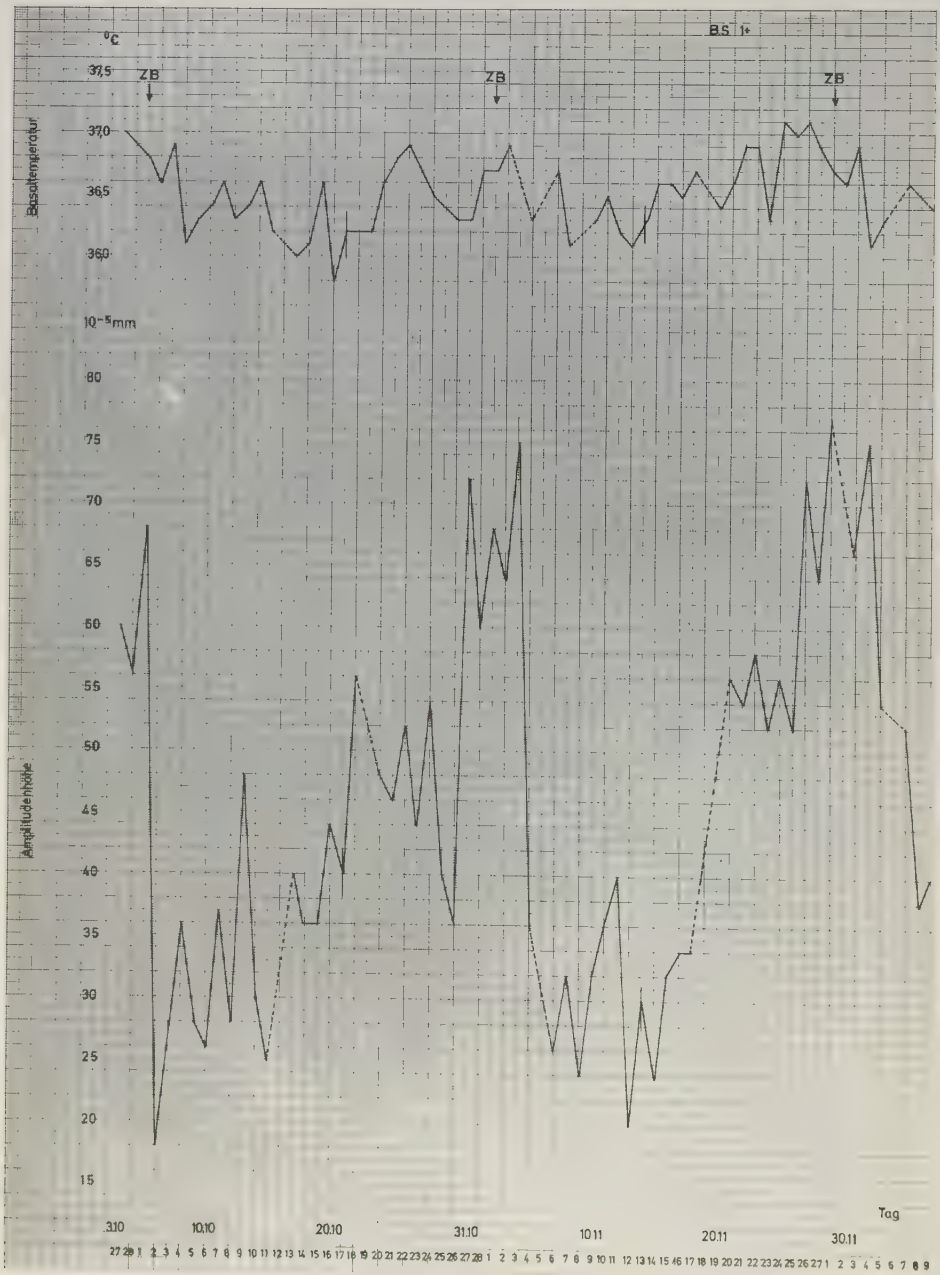
Zu Beginn des ersten Praemenstrums wird ein Amplitudenwert von 0,60 μ registriert, der zum Zeitpunkt des Menstruationsbeginnes mit 0,68 μ ein Maximum erreicht, um bereits am zweiten Zyklustag auf einen Tiefpunkt von 0,18 μ steil abzufallen. Auffällig ist hierbei besonders eine Amplitudendifferenz von 0,5 μ zwischen dem Maximum zum Zeitpunkt des Menstruationsbeginnes und dem zweiten Zyklustag. Dieser Tiefpunkt wird während des gesamten Menstruationszyklus nicht mehr erreicht. Bis zur Mitte des Zyklus zeigen die Werte eine ansteigende Tendenz, um am 17. Tag des 28-tägigen Zyklus mit 0,56 μ ein relatives Maximum im Verhältnis zur ersten Zyklusphase zu erreichen. Die hierauf kurz abfallenden Werte für die Amplitudenhöhe steigern sich bis zum Zeitpunkt der nächsten Menstruation auf einen Maximalpunkt von 0,75 μ. Bemerkenswert ist dabei, daß der Höhepunkt der Amplitudenpulskurve erst nach Beginn der nächsten Menstruation, und zwar am dritten postmenstruellen Zyklustag erreicht wurde. Bei dieser Probandin verläuft der zweite registrierte Monatszyklus in der Verteilung der Amplitudenwerte wiederum analog dem ersten. Relativ niedrigere Gesamthöhen im postmenstruellen Zeitraum werden von einem Maximum zum Zeitpunkt der nächsten Menstruation gefolgt, wobei noch ein praemenstruell erhöhtes Pulsniveau für die zweite Zyklushälfte registriert werden kann. Das Kurvenmaximum wird am Tage des Menstruationsbeginnes mit 0,77 μ erreicht. Der intermenstruelle Kurvenverlauf ist unauffällig.

Versuchsperson B. S.

Datum	Zyklus-tag	Zeit	Rektal-temp. (in °C.)	Blut-druck RR	Parodon-talpuls-amplitude (in μ)	Zahn
3.10.66	27.	7.30	37,0		0,60	1/
4.10.66	28.	7.30	36,9	120/80	0,56	1
5.10.66	1.		36,8	125/80	0,68	1
6.10.66	2.	6.15	36,6	125/80	0,18	1
7.10.66	3.	7.30	36,9	115/65	0,28	1
8.10.66	4.	8.00	36,1	120/80	0,36	1
9.10.66	5.	8.15	36,3	115/75	0,28	1
10.10.66	6.	7.45	36,4	110/70	0,26	1
11.10.66	7.	7.30	36,6	120/80	0,37	1
12.10.66	8.	7.30	36,3	120/80	0,28	1
13.10.66	9.	7.30	36,4	105/65	0,48	1
14.10.66	10.	8.00	36,6	115/75	0,30	1
15.10.66	11.	7.30	36,2	115/75	0,25	1
16.10.66	12.					
17.10.66	13.	7.30	36,0	120/80	0,40	1
18.10.66	14.	8.15	36,1	120/80	0,36	1
19.10.66	15.	7.30	36,6	115/75	0,36	1
20.10.66	16.	7.15	35,8		0,44	1
21.10.66	17.	8.00	36,2	110/70	0,40	1
22.10.66	18.	7.45	36,2	105/65	0,56	1
23.10.66	19.		36,2			
24.10.66	20.	7.45	36,6	120/80	0,48	1
25.10.66	21.	7.30	36,8	115/80	0,46	1

26.10.66	22.	7.30	36,9	125/75	0,52	1
27.10.66	23.	7.30	36,7	125/80	0,44	1
28.10.66	24.	7.30	36,5	120/80	0,54	1
29.10.66	25.	7.30		115/70	0,40	1
30.10.66	26.	7.30	36,3	115/70	0,36	1
31.10.66	27.	8.00	36,3	120/75	0,72	1
1.11.66	28.	9.00	36,7	116/74	0,60	1
2.11.66	1.	9.15	36,7	110/70	0,68	1
3.11.66	2.	7.30	36,9	120/80	0,64	1
4.11.66	3.	7.30		110/70	0,75	1
5.11.66	4.	7.30	36,3		0,36	1
6.11.66	5.					
7.11.66	6.	8.00	36,6	125/75	0,26	1
8.11.66	7.	8.00	36,1	115/70	0,32	1
9.11.66	8.	7.15		120/55	0,24	1
10.11.66	9.	7.30	36,3	115/75	0,32	1
11.11.66	10.	7.30	36,5	120/75	0,36	1
12.11.66	11.	7.45	36,2	120/75	0,40	1
13.11.66	12.	7.45	36,1	125/80	0,20	1
14.11.66	13.	7.45	36,3	115/75	0,30	1
15.11.66	14.	7.45	36,6	110/70	0,24	1
16.11.66	15.	7.30	36,6	105/65	0,32	1
17.11.66	16.	7.30	36,4	105/65	0,34	1
18.11.66	17.	7.15	36,7	112/65	0,34	1
19.11.66	18.					
20.11.66	19.		36,4			

21.11.66	20.	7.00	36,6	110/70	0,56	1
22.11.66	21.	8.00	36,9	115/75	0,54	1
23.11.66	22.	7.15	36,9	110/70	0,58	1
24.11.66	23.	7.15	36,3	125/75	0,52	1
25.11.66	24.	7.15	37,1	120/70	0,56	1
26.11.66	25.	8.00	37,0	125/80	0,52	1
27.11.66	26.	7.30	37,1	125/80	0,72	1
28.11.66	27.	7.30	36,9	120/80	0,64	1
29.11.66	1.	7.30	36,7	125/75	0,77	1
30.11.66	2.	8.00	36,6	125/80		1
1.12.66	3.	9.00	36,9	115/65	0,66	1
2.12.66	4.	7.30	36,1	120/80	0,75	1
3.12.66	5.	8.15	36,3	115/80	0,54	1
4.12.66	6.					
5.12.66	7.	7.30.	36,6	110/70	0,52	1
6.12.66	8.	8.15		120/80	0,38	1
7.12.66	9.	7.45	36,4	115/65	0,40	1



Darstellung der Pulsamplitudenschwankungen im Verlauf des menstruellen Zyklus (V. P. B. S.)

Untersuchungsperson 2 — G. Ki. 20 Jahre
Meßzahn 1+,
Neutralbißlage,
3 mm Oberbiß,
Zahnfleisch ohne krankhaften Befund

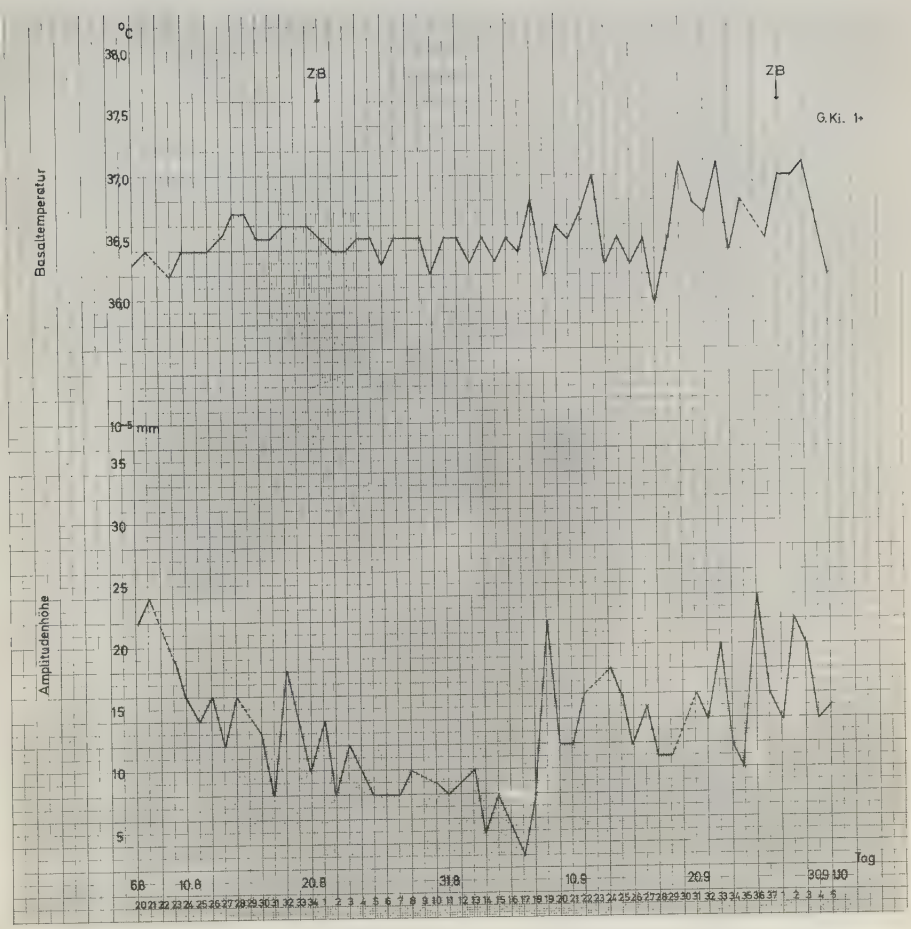
Das erste Amplitudenmaximum von 0,18 μ wird im Praemenstrum erreicht, und zwar vier Tage vor der folgenden Periodenblutung. Zum Zeitpunkt des Menstruationsbeginnes erscheint mit 0,14 μ ein mittleres Pulsniveau, das von einem Minimum am zweiten Zyklustag gefolgt ist. Auffällig bei dieser Probandin ist, daß etwa in der Mitte des 37tägigen Menstruationszyklusses, am 19. Zyklustag, ein intermenstrueller Amplitudenhöhepunkt von 0,22 μ erreicht wird, der nur von einem Maximum am Tag vor der nächstfolgenden Menstruation übertroffen wird. Der nächste Menstruationsbeginn liegt mit 0,14 μ Amplitudenhöhe auf einem relativ niedrigeren Wert im Vergleich zum praemenstruell erhöhten Pulsniveau. Auch bei dieser Probandin wird im gesamten Menstruationsverlauf ein praemenstruell erhöhtes Pulsniveau aufgezeichnet, das einem postmenstruell niedrigeren Kurvenverlauf gefolgt war. Bemerkenswert ist hierbei ein Amplitudenmaximum in der Mitte des Menstruationszyklus etwa zum Zeitpunkt des Follikelsprungs.

Versuchsperson G. Ki.

Datum	Zyklus-tag	Zeit	Rektal-temp. (in °C)	Blut-druck RR	Parodon-talpuls-amplitude (in µ)	Zahn
6.8.65	20.	8.00	36,3	110/65	0,22	1/
7.8.65	21.	8.00	36,4	110/70	0,24	1
8.8.65	22.					
9.8.65	23.	8.00	36,2		0,19	1
10.8.65	24.		36,4	115/75	0,16	1
11.8.65	25.	8.00	36,4		0,14	1
12.8.65	26.	8.00	36,4	105/74	0,16	1
13.8.65	27.	8.00	36,5	115/75	0,12	1
14.8.65	28.	7.45	36,7	105/70	0,16	1
15.8.65	29.		36,7			
16.8.65	30.	8.00	36,5	105/60	0,13	1
17.8.65	31.		36,5	105/65	0,08	1
18.8.65	32.	7.45	36,6	100/60	0,18	1
19.8.65	33.	8.00	36,6		0,14	1
20.8.65	34.	7.30	36,6	105/65	0,10	1
21.8.65	1.	11.00	36,5	105/60	0,14	1
22.8.65	2.	8.00	36,4	100/60	0,08	1
23.8.65	3.	8.00	36,5	110/70	0,12	1
24.8.65	4.	8.00	36,5	110/70	0,10	1
25.8.65	5.	8.00	36,5	110/70	0,08	1
26.8.65	6.	8.00	36,3	115/70	0,08	1
27.8.65	7.	14.00	36,5		0,08	1

28.8.65	8.	7.45	36,5	90/50	0,10	1
29.8.65	9.		36,5			
30.8.65	10.	8.00	36,2	110/70	0,09	1
31.8.65	11.	8.00	36,5	100/65	0,08	1
1.9.65	12.	8.00	36,5	110/70	0,09	1
2.9.65	13.	8.00	36,3	110/70	0,10	1
3.9.65	14.	8.00	36,5	105/65	0,05	1
4.9.65	15.	7.30	36,3	105/65	0,08	1
5.9.65	16.	8.00	36,5	105/60	0,08	1
6.9.65	17.	7.45	36,4	110/70	0,03	1
7.9.65	18.	8.00	36,8	110/70	0,08	1
8.9.65	19.	8.00	36,2	110/70	0,22	1
9.9.65	20.	8.00	36,6	110/70	0,12	1
10.9.65	21.	7.45	36,5	105/65	0,12	1
11.9.65	22.	7.30	36,7		0,16	1
12.9.65	23.		37,0			
13.9.65	24.	8.00	36,3		0,18	1
14.9.65	25.		36,5		0,16	1
15.9.65	26.		36,3	105/65	0,12	1
16.9.65	27.		36,5	115/75	0,15	1
17.9.65	28.	7.45	36,0	105/65	0,11	1
18.9.65	29.	8.00	36,5	105/65	0,11	1
19.9.65	30.		37,1			
20.9.65	31.	8.00	36,8	105/65	0,16	1
21.9.65	32.	7.45	36,7	100/60	0,14	1
22.9.65	33.	7.45	37,0		0,20	1

23.9.65	34.	8.00	36,4	105/65	0,12	1
24.9.65	35.	8.00	36,8	105/60	0,10	1
25.9.65	36.			100/70	0,24	1
26.9.65	37.		36,5	105/65	0,16	1
27.9.65	1.	8.00	37,0	105/65	0,14	1
28.9.65	2.	7.45	37,0		0,22	1
29.9.65	3.	7.45	37,1	110/70	0,20	1
30.9.65	4.	7.45	36,3	110/70	0,14	1
1.10.65	5.	8.00	36,2		0,15	1



Darstellung der Pulsamplitudenschwankungen im Verlauf des menstruellen Zyklus (V.P. G. Ki.)

Untersuchungsperson 3

G. W., 20 Jahre
Meßzahn 1+,
Oberbiß 2 mm,
Diastema zwischen 1+ und +1,
Zahnfleisch ohne krankhaften Befund

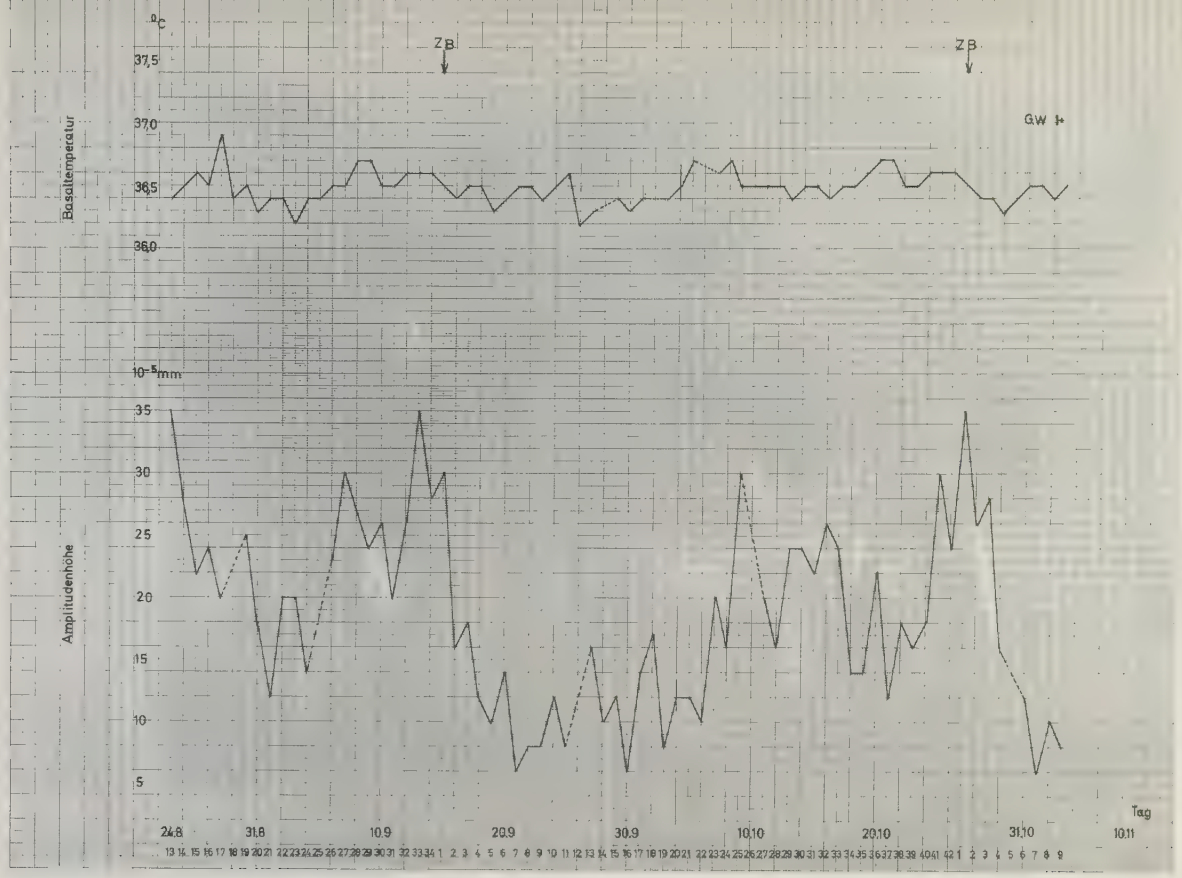
Amplitudenmaximum von 0,3 μ zwei Tage vor der folgenden Periodenblutung. Danach wird ein knapper Abfall auf einen Wert von 0,30 μ zum Zeitpunkt des Menstruationsbeginnes verzeichnet. Auffällig ist auch hier wieder der steile Abfall nach Einsetzen der Menstruation am zweiten Zyklustag. Es kann ein weiterer Abfall bis zu einem intermenstruellen Minimum von 0,06 μ verzeichnet werden. Am 25. Tag des 42tägigen Gesamtzyklus erscheint ein Maximum von 0,3 μ, das nach einem relativ hohen praemenstruellen Kurvenverlauf erst wieder zum Zeitpunkt der nächsten Menstruation mit 0,35 μ überpendelt wird. Nach Gesamtverlauf und Lage erscheint ein praemenstruell erhöhtes Pulsniveau, dagegen geringere Amplitudenwerte in der postmenstruellen Zyklusphase. Bemerkenswert erscheint der intermenstruelle Amplitudenwert.

Versuchsperson G. W.

Datum	Zyklus-tag	Zeit	Rektal-temp. (in °C)	Blut-druck RR	Parodon-talpuls-amplitude (in µ)	Zahn
24.8.65	13.	7.30	36,4	100/60	0,35	1/
25.8.65	14.	7.15	36,5	110/65	0,28	1
26.8.65	15.	7.15	36,6		0,22	1
27.8.65	16.	7.15	36,5	115/65	0,24	1
28.8.65	17.		36,9	110/65	0,20	1
29.8.65	18.		36,4			
30.8.65	19.	7.30	36,5	110/70	0,25	1
31.8.65	20.	7.30	36,3	110/70	0,18	1
1.9.65	21.	7.30	36,4	110/70	0,12	1
2.9.65	22.	7.30	36,4	105/70	0,20	1
3.9.65	23.	7.15	36,2		0,20	1
4.9.65	24.	7.30	36,4	115/75	0,14	1
5.9.65	25.		36,4			
6.9.65	26.	7.15	36,5	105/65	0,23	1
7.9.65	27.	7.15	36,5	115/75	0,30	1
8.9.65	28.	7.30	36,7	100/65	0,27	1
9.9.65	29.	7.30	36,7		0,24	1
10.9.65	30.	7.30	36,5	100/70	0,26	1
11.9.65	31.	7.15	36,5	105/65	0,20	1
12.9.65	32.	7.30	36,6	105/60	0,26	1
13.9.65	33.	7.30	36,6		0,35	1
14.9.65	34.	7.30	36,6	105/65	0,28	1

15.9.65	1.		36,5	105/60	0,30	1
16.9.65	2.		36,4	100/60	0,16	1
17.9.65	3.	8.00	36,5	110/70	0,18	1
18.9.65	4.	7.30	36,5	110/70	0,12	1
19.9.65	5.	10.00	36,3	110/70	0,10	1
20.9.65	6.	7.30	36,4	115/70	0,14	1
21.9.65	7.	7.30	36,5		0,06	1
22.9.65	8.	8.00	36,5	90/55	0,08	1
23.9.65	9.	8.15	36,4	110/70	0,08	1
24.9.65	10.	7.45	36,5	110/70	0,12	1
25.9.65	11.	8.00	36,6	100/65	0,08	1
26.9.65	12.		36,2			
27.9.65	13.	7.30	36,3	110/70	0,16	1
28.9.65	14.	7.30		105/65	0,10	1
29.9.65	15.	8.00	36,4	105/65	0,12	1
30.9.65	16.	7.30	36,3	105/70	0,06	1
1.10.65	17.	7.30	36,4	100/60	0,14	1
2.10.65	18.			112/70	0,17	1
3.10.65	19.	8.30	36,4		0,08	1
4.10.65	20.	8.45	36,5		0,12	1
5.10.65	21.	7.15	36,7		0,12	1
6.10.65	22.	7.30		110/65	0,10	1
7.10.65	23.	8.00	36,6	110/70	0,20	1
8.10.65	24.	7.30	36,7	110/70	0,16	1
9.10.65	25.	8.00	36,5	105/65	0,30	1

10.10.65	26.		36,5			
11.10.65	27.	6.45	36,5		0,20	1
12.10.65	28.	8.00	36,5	100/65	0,16	1
13.10.65	29.	7.45	36,4	105/75	0,24	1
14.10.65	30.	7.30	36,5		0,24	1
15.10.65	31.	7.45	36,5	100/60	0,22	1
16.10.65	32.	7.30	36,4	100/60	0,26	1
17.10.65	33.	9.00	36,5	110/70	0,24	1
18.10.65	34.	7.30	36,5	110/70	0,14	1
19.10.65	35.	7.30	36,6		0,14	1
20.10.65	36.	8.00	36,7		0,22	1
21.10.65	37.	7.30	36,7	100/60	0,12	1
22.10.65	38.	8.00	36,5	100/60	0,18	1
23.10.65	39.	7.30	36,5	100/60	0,16	1
24.10.65	40.	9.00	36,6	105/65	0,18	1
25.10.65	41.	9.00	36,6		0,30	1
26.10.65	42.	7.30	36,6	105/65	0,24	1
27.10.65	1	7.30	36,5	100/60	0,35	1
28.10.65	2.	8.15	36,4	110/65	0,26	1
29.10.65	3.	8.30	36,4		0,28	1
30.10.65	4.	7.30	36,3	105/65	0,16	1
31.10.65	5.		36,4			
1.11.65	6.	8.00	36,5	100/60	0,12	1
2.11.65	7.	8.00	36,5	105/60	0,06	1
3.11.65	8.		36,4	105/70	0,10	1
4.11.65	9.	7.30	36,5	100/65	0,08	1



Darstellung der Pulsamplitudenschwankungen im Verlauf des menstruellen Zyklus (V.P. G. W.)

Untersuchungsperson 4 — S. D., 18 Jahre
Meßzahn +1,
normaler Oberbiß,
gesundes Parodontium,
kieferorthopädisch vorbehandelt.

Im Gesamtverlauf des Kurvenbildes sind bei dieser Probandin neben den hohen Wertdifferenzen auch die absoluten Amplitudenhöhen besonders auffällig. Einem praemenstruellen Maximum von 0,99 µ zwei Tage vor der Periodenblutung folgt ein steiler Abfall der Werte bis auf einen Tiefpunkt von 0,32 µ zum Zeitpunkt des Menstruationsbeginnes. Auch bei der folgenden registrierten Periodenblutung ist eine Gesamtdifferenz von 0,56 µ vom praemenstruellen zum postmenstruellen Wert zu verzeichnen. Im intermenstruellen Zeitraum kein auffälliger Befund.

Vielleicht ist als mögliche Ursache für die relativ hohe physiologische Gesamtpulsation des oberen Schneidezahnes eine mehrjährige kieferorthopädische Vorbehandlung anzusehen. Vergleichsmessungen an Nachbarzähnen ergaben ähnlich hohe Parodontalpulsamplitudenwerte.

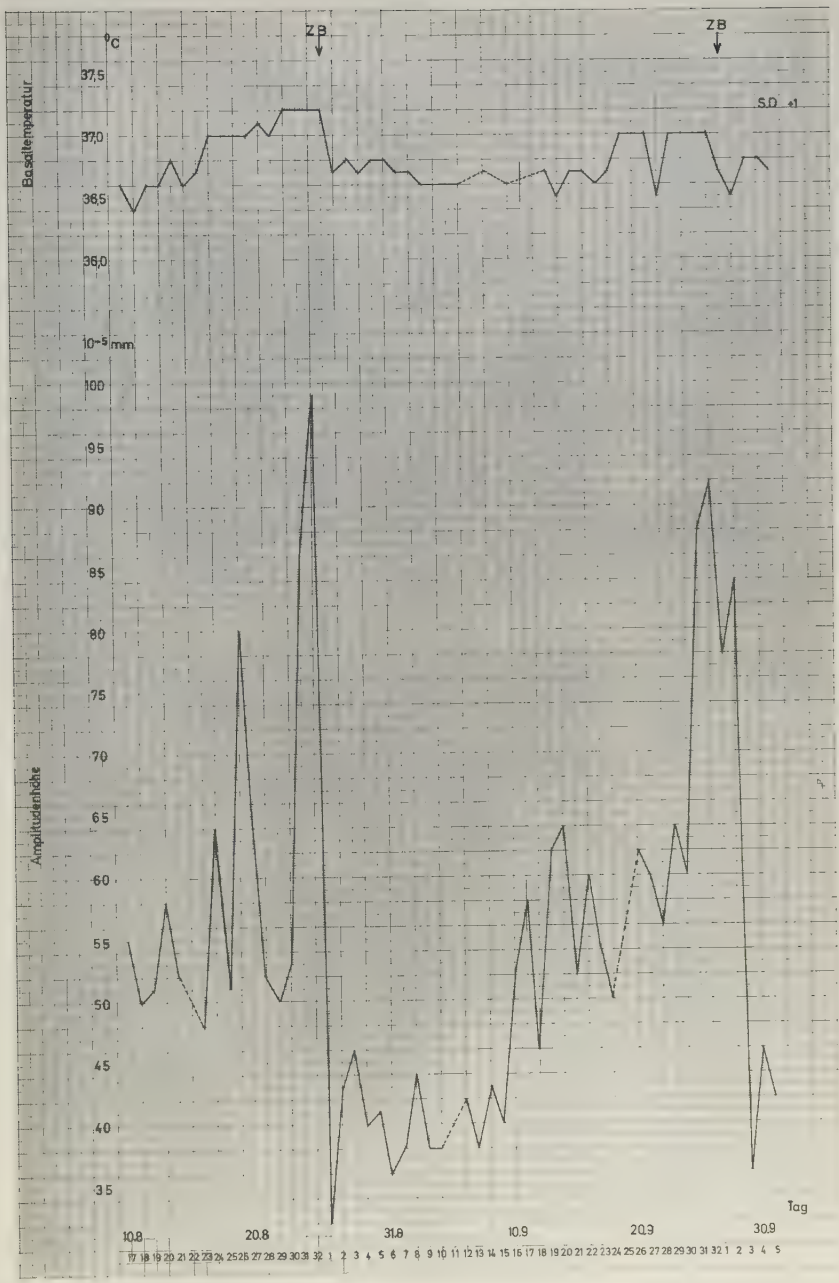
Diese hier erstmals beobachtete Erscheinung muß zur endgültigen Klärung weiter verfolgt werden.

Versuchsperson S. D.

Datum	Zyklus-tag	Zeit	Rektal-temp. (in °C)	Blut-druck RR	Parodon-talpuls-amplitude (in µ)	Zahn
10.8.65	17.	7.30	36,6	105/65	0,55	/1
11.8.65	18.	7.30	36,4	110/60	0,50	1
12.8.65	19.	7.30	36,6	105/60	0,51	1
13.8.65	20.	7.45	36,6	100/60	0,58	1
14.8.65	21.	9.00	36,8	100/65	0,52	1
15.8.65	22.		36,6			
16.8.65	23.	7.30	36,7	105/65	0,48	1
17.8.65	24.	7.30	37,0		0,64	1
18.8.65	25.	7.30	37,0		0,51	1
19.8.65	26.	7.30	37,0	105/65	0,80	1
20.8.65	27.	7.30	37,0	105/70	0,64	1
21.8.65	28.	8.00	37,1	100/60	0,52	1
22.8.65	29.	10.00	37,0	100/60	0,50	1
23.8.65	30.	7.30	37,2	105/70	0,53	1
24.8.65	31.	7.45	37,2	105/70	0,99	1
25.8.65	32.	8.00	37,2	110/70	0,63	1
26.8.65	1.	7.30	37,2	100/60	0,32	1
27.8.65	2.	7.30	36,7	100/60	0,43	1
28.8.65	3.	8.00	36,8	100/55	0,46	1
29.8.65	4.	9.00	36,7		0,40	1
30.8.65	5.	7.30	36,8	100/50	0,41	1
31.8.65	6.	7.30	36,8	100/55	0,36	1

1.9.65	7.	7.30	36,7	100/60	0,38	1
2.9.65	8.	8.15	36,7	100/60	0,44	1
3.9.65	9.	7.30	36,6		0,38	1
4.9.65	10.	7.30	36,6	100/55	0,38	1
5.9.65	11.		36,6			
6.9.65	12.	8.15	36,6	100/65	0,42	1
7.9.65	13.	8.25		90/50	0,38	1
8.9.65	14.	7.20	36,7	90/55	0,43	1
9.9.65	15.			90/50	0,40	1
10.9.65	16.	7.30	36,6	105/70	0,52	1
11.9.65	17.	8.00		90/60	0,58	1
12.9.65	18.	7.45		105/75	0,46	1
13.9.65	19.	7.30	36,7	100/55	0,62	1
14.9.65	20.	7.30	36,5	100/60	0,64	1
15.9.65	21.	7.30	36,7	100/60	0,52	1
16.9.65	22.	8.00	36,7	105/65	0,60	1
17.9.65	23.	7.30	36,6	90/60	0,54	1
18.9.65	24.	7.30	36,7	100/65	0,50	1
19.9.65	25.		37,0			
20.9.65	26.	8.00	37,0	105/70	0,62	1
21.9.65	27.	7.30	37,0	105/70	0,60	1
22.9.65	28.		36,5	100/65	0,56	1
23.9.65	29.	8.15	37,0		0,64	1
24.9.65	30.	7.30	37,0		0,60	1
25.9.65	31.	7.30	37,0	105/70	0,80	1
26.9.65	32.	9.00	37,0	100/60	0,92	1

27.9.65	1.	7.30	36,7	100/60	0,78	1
28.9.65	2.	8.00	36,5	100/60	0,84	1
29.9.65	3.	8.15	36,8	92/58	0,36	1
30.9.65	4.		36,8		0,46	1
1.10.65	5.	7.45	36,7	110/65	0,42	1



Darstellung der Pulsamplitudenschwankungen im Verlauf des menstruellen Zyklus (V.P. S. D.)

Untersuchungsperson 5 — G. M., 22 Jahre
Neutralbißlage,
Oberbiß 3 mm,
Zahnfleisch ohne krankhaften Befund

Auch bei dieser Probandin wird das Amplitudenmaximum mit 0,32 μ zwei Tage vor Beginn der Menstruation erreicht. Am 4. postmenstruellen Tag erreicht das Kurvenbild mit 0,07 μ ein absolutes Minimum. Im intermenstruellen Zeitraum ist ein auffälliger Befund nicht zu verzeichnen. Das nachfolgende praemenstruelle Maximum wird mit 0,34 μ am Tage vor Einsetzen der Periodenblutung erreicht. Zum Zeitpunkt der Menstruation erscheint ein relativ erniedrigter Wert. Auch in diesem zweiten registrierten Zyklus fällt der Niveauunterschied zwischen postmenstruellen und praemenstruellen Werten auf.

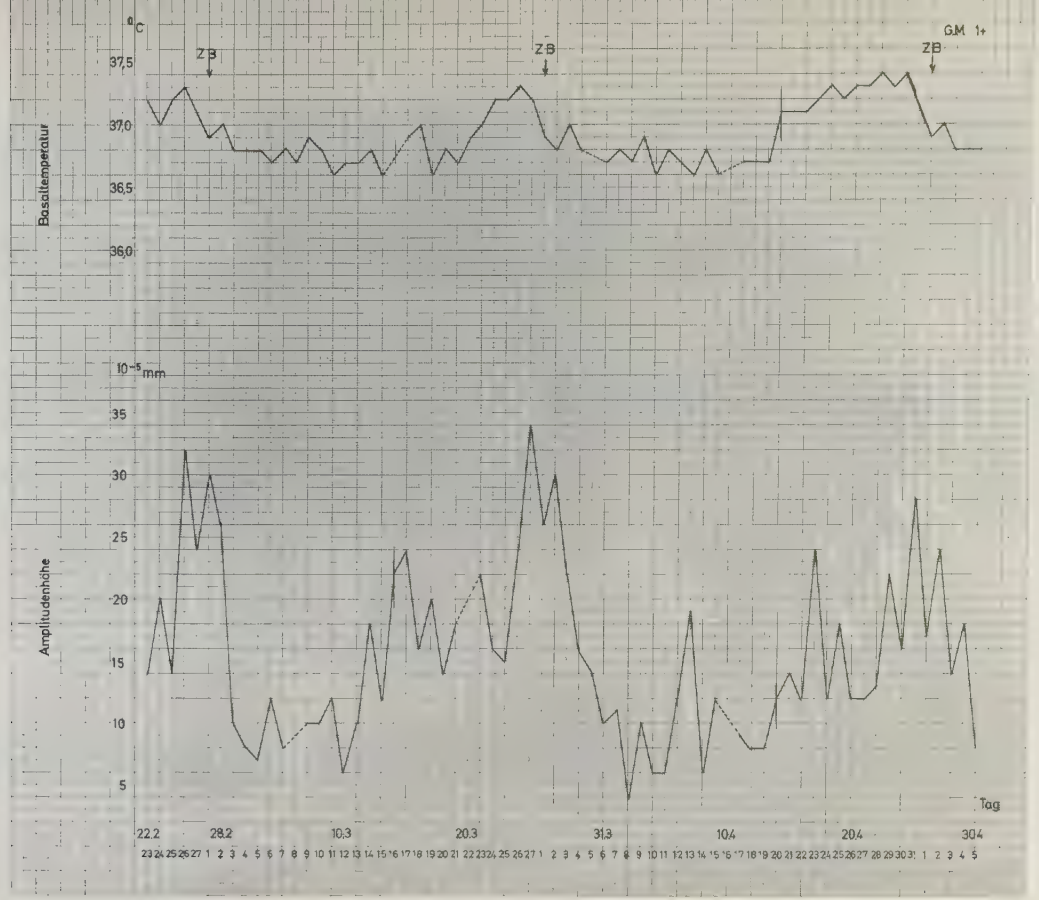
Im Gesamtverlauf erscheint eine zweigipflige Amplitudenkurve mit Maximalwerten kurz vor der Periodenblutung.

Versuchsperson G. M.

Datum	Zyklus-tag	Zeit	Rektal-temp. (in °C)	Blut-druck RR	Parodontalpuls-amplitude (in µ)	Zahn
22.2.66	23.	7.30	37,2	108/70	0,14	1/
23.2.66	24.	7.30	37,0	106/70	0,20	1
24.2.66	25.	7.45	37,2	108/70	0,14	1
25.2.66	26.	7.30	37,3	104/60	0,32	1
26.2.66	27.	8.00	37,1	110/70	0,24	1
27.2.66	1.	7.30	36,9	100/65	0,30	1
28.2.66	2.	7.30	37,0	100/60	0,26	1
1.3.66	3.	9.00	36,8	100/70	0,10	1
2.3.66	4.	7.30	36,8	105/60	0,08	1
3.3.66	5.	7.30	36,8	110/70	0,07	1
4.3.66	6.	7.30	36,7	100/60	0,12	1
5.3.66	7.	7.30	36,8	102/62	0,08	1
6.3.66	8.		36,7			
7.3.66	9.	7.45	36,9		0,10	1
8.3.66	10.	7.45	36,8	100/60	0,10	1
9.3.66	11.	7.30	36,6	105/70	0,12	1
10.3.66	12.	7.30	36,7	100/70	0,06	1
11.3.66	13.	7.30	36,7	110/60	0,10	1
12.3.66	14.	7.30	36,8	100/70	0,18	1
13.3.66	15.	7.30	36,6	105/60	0,12	1
14.3.66	16.	8.00			0,22	1
15.3.66	17.	7.45	36,9	100/60	0,24	1
16.3.66	18.	7.45	37,0	105/75	0,16	1

17.3.66	19.	7.30	36,6	100/60	0,20	1
18.3.66	20.		36,8			
19.3.66	21.	7.45	36,7	95/55	0,18	1
20.3.66	22.	7.30	36,9			
21.3.66	23.	7.45	37,0	100/60	0,22	1
22.3.66	24.	7.45	37,2	100/60	0,16	1
23.3.66	25.	7.45	37,2	100/70	0,15	1
24.3.66	26.	7.45	37,3	110/70	0,24	1
25.3.66	27.	7.30	37,2	105/65	0,34	1
26.3.66	1.	7.45	36,8	110/70	0,26	1
27.3.66	2.	7.45	36,8	100/60	0,30	1
28.3.66	3.	7.30	37,0		0,22	1
29.3.66	4.	7.30	36,8		0,16	1
30.3.66	5.	8.00		100/70	0,14	1
31.3.66	6.	7.45	36,7	100/60	0,10	1
1.4.66	7.	7.45	36,8	100/60	0,11	1
2.4.66	8.	7.30	36,7	105/70	0,04	1
3.4.66	9.	7.30	36,9	100/60	0,10	1
4.4.66	10.	7.45	36,6		0,06	1
5.4.66	11.	7.45	36,8	100/70	0,06	1
6.4.66	12.	7.30	36,7	110/60	0,12	1
7.4.66	13.	7.45	36,6	105/75	0,19	1
8.4.66	14.	8.00	36,8	100/60	0,06	1
9.4.66	15.	9.00	36,6	100/65	0,12	1
10.4.66	16.					
11.4.66	17.	7.30	36,7	100/70	0,09	1

12.4.66	18.	7.30	36,7	105/60	0,08	1
13.4.66	19.	7.45	36,7		0,08	1
14.4.66	20.	7.45	37,1		0,12	1
15.4.66	21.	7.45	37,1	100/60	0,14	1
16.4.66	22.	7.30	37,1	110/70	0,12	1
17.4.66	23.	7.30	37,2	110/60	0,24	1
18.4.66	24.	7.30	37,3	100/65	0,12	
19.4.66	25.	7.30	37,2	100/60	0,18	1
20.4.66	26.	7.30	37,3	108/70	0,12	
21.4.66	27.	7.45	37,3	100/60	0,12	1
22.4.66	28.	7.30	37,4	105/60	0,13	1
23.4.66	29.	7.30	37,3	105/60	0,22	1
24.4.66	30.	7.45	37,4	100/60	0,16	1
25.4.66	31.	7.45	37,2	110/75	0,28	1
26.4.66	1.	7.30	36,9	100/65	0,17	1
27.4.66	2.	7.30	37,0	100/60	0,24	1
28.4.66	3.	7.45	36,8	100/75	0,16	1
29.4.66	4.	7.30	36,8		0,18	1
30.4.66	5.	7.45	36,8	105/65	0,08	1



Darstellung der Pulsamplitudenschwankungen im Verlauf des menstruellen Zyklus (V.P. G. M.)

Untersuchungsperson 6

B. B., 22 Jahre
Meßzahn 1+,
Distalbiß,
Oberbiß 2 mm,
gesundes Parodontium.

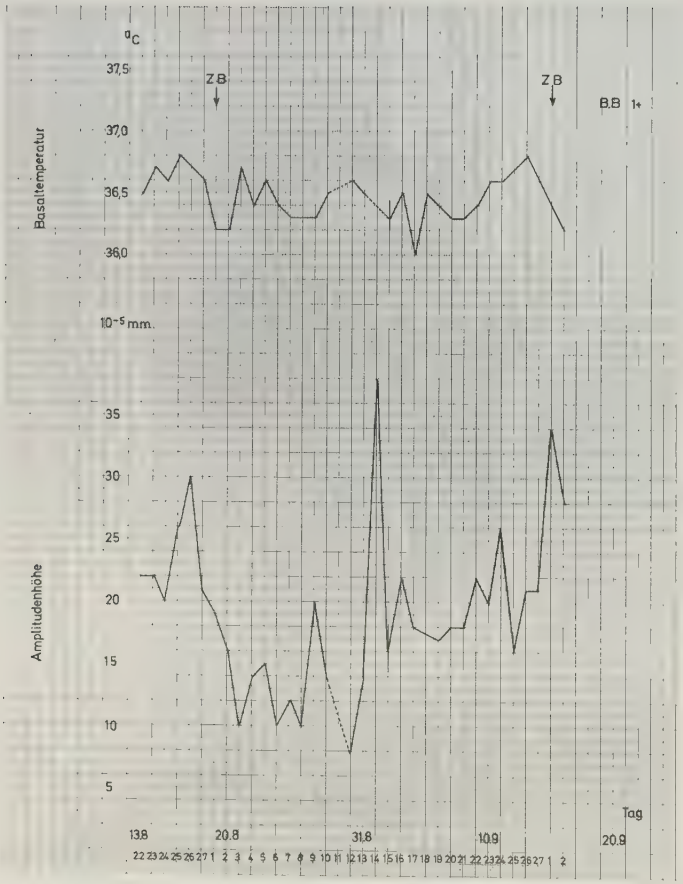
Beim Gesamtüberblick fällt ein intermenstruelles Maximum von 0,38 μ auf, das einem praemenstruellen Amplitudenhöhepunkt am zweiten Tag vor der Periodenblutung gefolgt war. Bemerkenswert ist, daß bei der folgenden Menstruation der Maximalwert erst zu Beginn der Periodenblutung erreicht wird, um danach abzufallen. Auch bei dieser Probandin zeigt der Kurvenverlauf einen post- und praemenstruellen Niveauunterschied mit einem maximalen Differenzwert von 0,3 μ.

Versuchsperson B. B.

Datum	Zyklus-tag	Zeit	Rektal-temp. (in °C)	Blut-druck RR	Parodon-talpuls-amplitude (in μ)	Zahn
13.8.65	22.	8.00	36,5	125/80	0,22	1/
14.8.65	23.	8.15	36,7	120/70	0,22	1
15.8.65	24.	8.00	36,6	120/70	0,20	1
16.8.65	25.	8.00	36,8	120/70	0,26	1
17.8.65	26.	7.45	36,7	120/70	0,30	1
18.8.65	27.	8.00	36,6	115/75	0,21	1
19.8.65	1.	8.15	36,2	110/70	0,19	1
20.8.65	2.	8.15	36,2	120/75	0,16	1
21.8.65	3.	7.45	36,7	110/70	0,10	1
22.8.65	4.	8.00	36,4	125/75	0,14	1
23.8.65	5.	8.00	36,6	115/70	0,15	1
24.8.65	6.	9.30	36,4	120/70	0,10	1
25.8.65	7.	8.00	36,3		0,12	1
26.8.65	8.	8.00	36,3	115/75	0,10	1
27.8.65	9.	7.45	36,3	110/75	0,20	1
28.8.65	10.	8.00	36,5	120/70	0,14	1
29.8.65	11.					
30.8.65	12.	8.00	36,6	125/80	0,08	1
31.8.65	13.	7.30	36,5	115/75	0,14	1
1.9.65	14.	8.00		110/70	0,38	1
2.9.65	15.		36,3	108/70	0,16	1

3.9.65	16.	7.30	36,5	105/65	0,22	1
4.9.65	17.	8.00	36,0	115/65	0,18	1
5.9.65	18.		36,5			
6.9.65	19.	8.00	36,4		0,17	1
7.9.65	20.	9.30	36,3	110/70	0,18	1
8.9.65	21.	8.00	36,3	110/70	0,18	1
9.9.65	22.	8.00	36,4	110/70	0,22	1
10.9.65	23.	8.15	36,6	125/75	0,20	1
11.9.65	24.	9.00	36,6	120/70	0,26	1
12.9.65	25.	8.00	36,7	125/80	0,16	1
13.9.65	26.	7.30	36,8	130/70	0,21	1
14.9.65	27.	7.30	36,6	125/70	0,21	1
15.9.65	1.	8.00	36,4	120/75	0,34	1
16.9.65	2.	8.00	36,2	130/60	0,28	1

Versuch abgebrochen - V.P. erkrankt



Darstellung der Pulsamplitudenschwankungen im Verlauf des menstruellen Zyklus (V.P. B. B.)

Untersuchungsperson 7

G. K., 20 Jahre
Meßzahn 1+,
Distalbiß,
Oberbiß 3 mm,
Zahnfleisch ohne krankhaften Befund

Dem Kurvenverlauf folgend beobachtet man am vorletzten Tag des 27tägigen Zyklus ein Amplitudenmaximum von 0,25 μ im Praemenstrum. Der Wert ist zu Beginn der Menstruation weiter auf 0,18 μ gesunken, um im steilen Abfall postmenstruell bis auf einen Tiefpunkt von 0,08 μ zu fallen. Nach einem postmenstruell tieferen Verlauf erreichen die Parodontalpulsamplitudenwerte etwa in der Mitte des Menstruationszyklus ein höheres Niveau. Einen Tag vor der folgenden Menstruation erscheint im Kurvenbild wieder ein Höhepunkt von 0,34 μ. Intramenstruell folgt ein Rückgang der durchschnittlichen Amplitudenwerte bis auf ein Minimum von 0,08 μ.

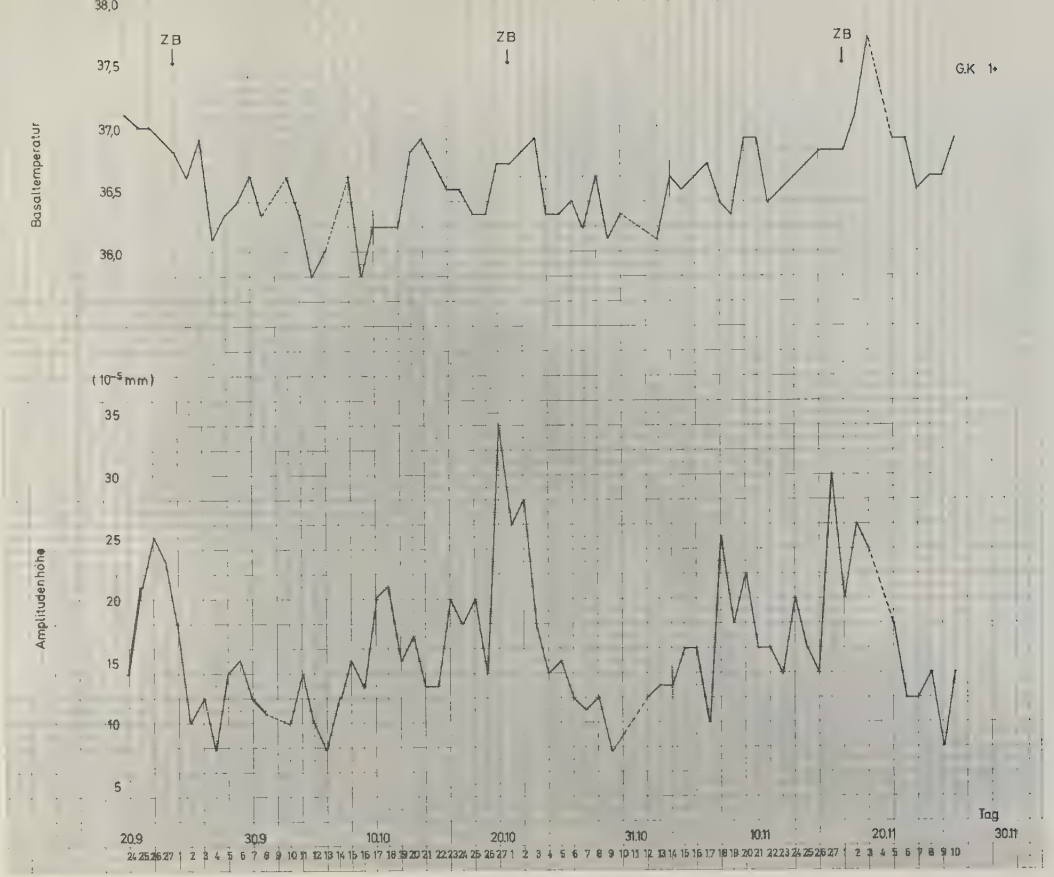
Im Gegensatz zum ersten registrierten Zyklus erscheint jetzt im Verlauf der einzelnen Zyklusphasen ein Umschlagspunkt, der durch ein intermenstruelles Maximum von 0,25 μ gekennzeichnet ist.

Versuchsperson G. K.

Datum	Zyklus-tag	Zeit	Rektal-temp. (in °C)	Blut-druck RR	Parodon-talpuls-amplitude (in µ)	Zahn
19. 9.66	23.	7.30	36,4	100/60	0,24	1/
20. 9.66	24.	7.30	37,1	100/55	0,14	1
21. 9.66	25.	7.15	37,0	105/65	0,21	1
22. 9.66	26.	8.00	37,0	110/60	0,25	1
23. 9.66	27.	7.00	36,9	110/70	0,23	1
24. 9.66	1.	7.15	36,8	105/65	0,18	1
25. 9.66	2.	8.00	36,6	105/70	0,10	1
26. 9.66	3.	9.00	36,9	105/70	0,11	1
27. 9.66	4.	9.15	36,1	110/70	0,08	1
28. 9.66	5.	7.30	36,3	110/70	0,14	1
29. 9.66	6.	7.45	36,4	100/65	0,15	1
30. 9.66	7.	7.15	36,6	105/65	0,12	1
1.10.66	8.	7.30	36,3	110/70	0,11	1
2.10.66	9.					
3.10.66	10.	7.30	36,6	110/60	0,10	1
4.10.66	11.	7.30	36,3		0,14	1
5.10.66	12.		35,8		0,10	1
6.10.66	13.	7.15	36,0	105/65	0,08	1
7.10.66	14.	7.30		100/70	0,12	1
8.10.66	15.	7.30	36,6	105/65	0,16	1
9.10.66	16.	7.30	35,8	100/65	0,14	1

10.10.66	17.	7.15	36,2	100/65	0,20	1
11.10.66	18.	7.30	36,2	105/65	0,21	1
12.10.66	19.	8.00	36,2	100/65	0,16	1
13.10.66	20.	7.30	36,8	100/60	0,18	1
14.10.66	21.	7.15	36,9	110/70	0,14	1
15.10.66	22.	8.15	36,7	100/60	0,14	1
16.10.66	23.	7.30	36,5	106/70	0,20	1
17.10.66	24.	7.15	36,5	100/60	0,18	1
18.10.66	25.	8.00	36,3	115/60	0,20	1
19.10.66	26.	8.00	36,3	110/75	0,14	1
20.10.66	27.	8.00	36,7	100/60	0,34	1
21.10.66	1.	8.15	36,7	105/60	0,26	1
22.10.66	2.	8.00	36,8	105/60	0,28	1
23.10.66	3.	7.15	36,9	100/75	0,18	1
24.10.66	4.	7.30	36,3	110/60	0,14	1
25.10.66	5.	7.30	36,4	105/65	0,15	1
26.10.66	6.	7.15	36,2	110/60	0,12	1
27.10.66	7.	7.15	36,6		0,11	1
28.10.66	8.	7.15	36,1		0,12	1
29.10.66	9.	7.30	36,1	110/65	0,08	1
30.10.66	10.	7.30	36,3			
31.10.66	11.					
1.11.66	12.	7.15		105/65	0,12	1
2.11.66	13.	7.30	36,1	105/65	0,13	1
3.11.66	14.	7.30	36,6	100/60	0,13	1
4.11.66	15.	7.15	36,5	105/65	0,16	1

5.11.66	16.	7.30	36,6	105/65	0,16	1
6.11.66	17.	7.30	36,7		0,10	1
7.11.66	18.	7.15	36,4	100/60	0,25	1
8.11.66	19.	7.15	36,3	100/60	0,18	1
9.11.66	20.	7.30	36,9	105/60	0,22	1
10.11.66	21.	7.30	36,9	110/70	0,16	1
11.11.66	22.	7.15	36,4	100/60	0,16	1
12.11.66	23.	7.15	36,5	105/70	0,14	1
13.11.66	24.	7.30	36,6	100/60	0,20	1
14.11.66	25.	7.30	36,7	115/80	0,16	1
15.11.66	26.	7.15	36,8	100/60	0,14	1
16.11.66	27.	7.30	36,8	110/70	0,30	1
17.11.66	1.	8.00	36,8	105/60	0,22	1
18.11.66	2.	8.30	37,1	105/75	0,26	1
19.11.66	3.	10.00	37,7	100/65	0,24	1
20.11.66	4.					
21.11.66	5.	7.30	36,9		0,18	1
22.11.66	6.	7.30	36,9	110/70	0,12	1
23.11.66	7.	7.15	36,5	110/70	0,12	1
24.11.66	8.	7.30	36,6		0,14	1
25.11.66	9.	7.30	36,6	115/65	0,08	1
26.11.66	10.	8.00	36,9	110/70	0,14	1



Darstellung der Pulsamplitudenschwankungen im Verlauf des menstruellen Zyklus (V.P. G. K.)

VII. Statistische Auswertungen

Zur Beurteilung der Ergebnisse wurden statistische Berechnungen durchgeführt.

Der Menstruationszyklus jeder Probandin wurde in drei Gruppen I_1, I_2 und I_3 zerlegt.

Wesentliches Kriterium für diese Unterteilung war der zyklusabhängige Verlauf der geschlechtsspezifischen Sexualhormonschwankungen im Meßzeitraum (siehe Abb.10).

I_1 bezeichnet den Zeitraum vom dritten praemenstruellen Tag (einschließlich) bis zum zweiten Tag nach Menstruationsbeginn. In dieser Zeit fallen die Blutkonzentrationen von Follikel- und Corpus-luteum-Hormon von einem praemenstruellen Höhepunkt auf ein Minimum ab.

I_2 wurde als der Intervall vom dritten postmenstruellen Tag bis zum Zeitpunkt des sogenannten Follikelsprunges gewählt, an dem die Konzentration des Follikelhormons zu einem ersten Höhepunkt ansteigt.

I_3 schließlich umfaßt den Zeitraum nach dem Follikelsprung bis zum vierten praemenstruellen Tag. Während dieses Intervalls erreichen sowohl Corpus-luteum-Hormon als auch Follikelhormon einen Maximalwert im Verlauf des Menstruationszyklus.

Ober die drei Intervalle I_1, I_2 und I_3 wurden die Mittelwerte der jeweils gemessenen Pulsamplituden gebildet, so

daß für jeden einzelnen Menstruationszyklus drei Mittelwerte $\bar{X}_1\nu$, $\bar{X}_2\nu$ und $\bar{X}_3\nu$ vorhanden sind. Der zweite Index bezeichnet die Probandin. Es wurden sieben Probandinnen (ν = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7) getestet.

Die Mittelwerte wurden anschließend mit dem FRIEDMAN-Test [+] geprüft.
[+]Als Signifikanzniveau wurde 2ν = 0,10 gewählt.

Das Ergebnis zeigte:
1. Die drei Mittelwertgruppen ($\bar{X}_1\nu$, $\bar{X}_2\nu$, $\bar{X}_3\nu$) sind nicht homogen.
2. Ein hinreichend gleiches Verhalten bezüglich obiger Einteilung ist bei den untersuchten Mädchen nicht vorhanden.

Als weitere statistische Prüfung wurden WILCOXON-Tests [+] durchgeführt.
[+]Als Signifikantniveau wurde 2α = 0,10 gewählt.

Dabei zeigte der paarweise Vergleich der Mittelwertgruppen Signifikante Unterschiede bei der Testung von Intervall I_1:I_2 und I_2:I_3, während I_1:I_3 keine signifikante Differenz ergab.

VIII. Kritische Stellungnahme und Diskussion der Befunde

Trotz der außerordentlich kleinen Dimensionsänderungen sind die Voraussetzungen für die meßtechnische Erfassung der parodontalen Volumenpulse nahezu ideal. Die Interposition der parodontalen Blutgefäße zwischen zwei Hartsubstanzen ermöglicht, daß die Durchblutungsänderungen im Desmodontalraum exakter als an jeder anderen Stelle des Kreislaufsystems oszillographisch registriert werden können, daß sie sich in einer metrisch gut erfaßbaren Veränderung der physiologischen Zahnbewegung darstellen.

Auf den in seiner Alveole praktisch wie in eine hydraulische Kapsel eingeschlossenen Zahn pflanzt sich die pulsatorische Druckänderung nahezu ungedämpft fort. Die dadurch bedingten Bewegungen der Zähne werden durch den extraalveolären Hebelarm der Zahnkrone vergrößert wiedergegeben. Diese Verhältnisse entsprechen weitgehend den Forderungen, die R. REIMANN und R. WAGNER (69) für die fortlaufende Blutdruckregistrierung erhoben haben.

Vergleichende Messungen einer Untersuchungsreihe erlauben Aussagen über Änderungen der parodontalen Durchblutungsverhältnisse während des Beobachtungszeitraumes.

In unseren Untersuchungen konnte durch Vergleich der regelmäßig aufgezeichneten Parodontalpulskurven oberer Frontzähne nachgewiesen werden, daß bei den von uns untersuchten Mädchen während der einzelnen Phasen des menstruellen Zyklus eine deutliche Variation der Pulsamplitudengröße auftritt.

Während eines vollständigen Menstruationszyklus erreicht als auffallendstes Merkmal das Pulsniveau jeweils kurz praemenstruell oder zur Zeit der Menstruation einen Höhepunkt, um dann in der postmenstruellen Phase bis etwa zum Zeitpunkt der Ovulation auf ein durchschnittlich niedrigeres Niveau abzusinken. Von diesem Tiefpunkt an steigt in der zweiten Zyklushälfte das Amplitudenniveau bis zur nächsten Menstruation wieder an, wobei sich in der zweiten Zyklushälfte im Vergleich zum postmenstruellen Zeitraum ein relativ erhöhtes Pulsniveau darstellt. Signifikante Veränderungen zum Zeitpunkt der Ovulation konnten bei unseren Untersuchungen nicht beobachtet werden.

Dem kritischen Beobachter stellen sich zwei Fragen:
Es interessiert einmal, was aus der Amplitudenhöhe der von uns aufgezeichneten Parodontalpulskurve ausgesagt werden kann.

Zum anderen, welche Wirkungsmechanismen innerhalb des menstruationszyklischen Geschehens im weiblichen Organismus die von uns beobachtete Variation der Pulsamplituden verursachen können.

In der Kreislaufphysiologie kann unter Umständen die Amplitudenhöhe einer Pulskurve als Indikator für die Durchblutungsverhältnisse in einem bestimmten Kreislaufabschnitt dienen.

Es liegt deshalb nahe, auch die Oszillographie der Parodontalgefäße zur absoluten Durchblutungsmessung heranzuziehen, wie dies in analoger Weise in der Medizinischen Klinik zur Beurteilung peripherer Durchblutungsstörungen vielfach geschieht (M. RATSCHOW (67), W. BLOCK (5), H. WINDUS (85), C. O. NETZER (61), D. PHILIPPIDES (65)).

Es handelt sich dabei meistens um die Deutung oszillographischer Druckpulskurven. Wir dagegen haben bei unseren Untersuchungen überwiegend Volumenpulskurven aufgezeichnet.

Die Meinungen über eine eindeutige diagnostische Brauchbarkeit dieser oszillatorischen Messungen sind geteilt, da vor allem Faktoren wie Blutdruck, Schlagvolumen, Elastizitätseigenschaften der Gefäßwände unberücksichtigt bleiben (H. THALER und E. WICK) (78), E.F. HUEBER) (33).

Der Gedanke, daß die Höhe der Pulsamplitude ein Maß für die augenblickliche Durchblutung sei, hat in der klinischen Oszillographie daher nur teilweise Gültigkeit (W. BLOCK (5), H. KOCHMEISTER (45), C. O. NETZER (61)D.PHILLIPIDES (65), H. WINDUS (85) u.a.). Die Annahme, daß die Höhe der Parodontalpulskurve (Amplitudenhöhe) als quantitativer Indikator für die Durchblutungsverhältnisse im Zahnhalteapparat dienen kann, ist umstritten.

K. H. KÖRBER (42) konnte in Untersuchungen feststellen, daß die Amplitudenhöhe des integrierten Volumenpulses teilweise richtungsgerecht mit der Blutfülle verläuft. So wurde von ihm im hyperämisierten Parodontium eine erhebliche Vergrößerung der Parodontalpulsamplitude verzeichnet, die nach Anämisierung signifikant kleiner wurde.

O, HANKE und G. HILDEBRANDT (23), H. JANTSCH (38), E.WICKE (84) u.a. sind dagegen der Auffassung, daß die Durchblutungsgröße eines Kreislaufabschnittes oszillographisch nur bei gleichzeitiger Messung der Kreislaufgrößen, Blutdruck, Schlagvolumen und Herzfrequenz beurteilt werden kann. Auch E.F. HUEBER (33), H. THALER und E. WICK (78), H.JANTSCH (38)

und R. VÖLKER (80) halten die oszillographische Messung wegen der zahlreichen Parameter, welche das Ergebnis beeinflussen können - Schlagvolumen, Systolendruck, Elastizität und Qualität der Gefäße, Viskosität des Blutdruckes - für eine direkte Beurteilung der Durchblutungsgröße nicht geeignet.

G. HILDEBRANDT (25) wiederum nimmt an, daß die oszillographische Kurve in Gesamtlage und Amplitude ein Ausdruck der im Gesamtquerschnitt wirksamen Kreislaufenergie ist.

Nach K. MATTHES (53), K. MATTHES, F. GROSS und A. GÖPFERT (54) u.a. stellt die Amplitude der peripheren Volumenpulskurve sogar ein direktes Maß für die Durchblutung dar.

Eine eindeutige Aussage über die genauen Zusammenhänge zwischen der gemessenen Amplitudengröße und den augenblicklichen Durchblutungsverhältnissen im Parodontium ist deshalb zum gegenwärtigen Zeitpunkt noch nicht möglich.

Zusammenfassend kann jedoch gesagt werden, daß eine einzelne oszillographische Kurve über das Stromzeitvolumen keine Auskunft gibt, durch vergleichende Relativmessungen dagegen gewisse Anhalte über lokale Durchblutungsverhältnisse gegeben sind.

Das Parodontalpulsoszillogramm ist somit Ausdruck des Energiegehaltes der Pulswelle im parodontalen Gefäßsystem. Aus Amplitudengröße und Form können gewisse Rückschlüsse auf grobe Störungen und Veränderungen der parodontalen Mikrozirkulation gezogen werden.

Nach G. HILDEBRANDT (25) erlangt die oszillographische Messung energetischer Verhältnisse im peripheren Kreislauf sogar in vielen Fällen größere Bedeutung als die direkte Messung der aktuellen Durchblutung.

Auf unsere speziellen Untersuchungen übertragen, würde das bedeuten, daß man von einer relativen Mehrdurchblutung im Praemenstrum und zu Beginn der Menstruation und von einer relativen Minderdurchblutung im intermenstruellen Zeitraum sprechen könnte, wobei zusätzlich noch geringe Unterschiede in der post- und praemenstruellen Phase erkennbar scheinen.

Auffallend ist eine weitgehende Übereinstimmung unserer Untersuchungsergebnisse mit anderen Beobachtungen, die im Bereich der Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde gemacht wurden.

Es wird zur Zeit der Menstruation eine erhöhte Blutfülle der Gingiva und eine ebenfalls erhöhte Blutungsneigung der Zahnfleischsäume beschrieben (H.R. MÖHLEMANN (55), F.HAMMA (22)).

Ferner wird von L. HOLLÄNDER (29), G. PORT (66), R. LANDSBERGER (48), F. TANZER (77) und Z.A. SCHACHTEL (71) auf die Tatsache hingewiesen, daß sich die Menstruation oft durch vorausgehende Zahnschmerzen an gesunden Zähnen ankündigt. Eine intrapulpale Hyperämie wird dafür verantwortlich gemacht.

Auch wurden periodisch rezidivierende menstruelle Zahnfleischblutungen beobachtet.

Alle diese Befunde bestätigen die eigenen Untersuchungen.

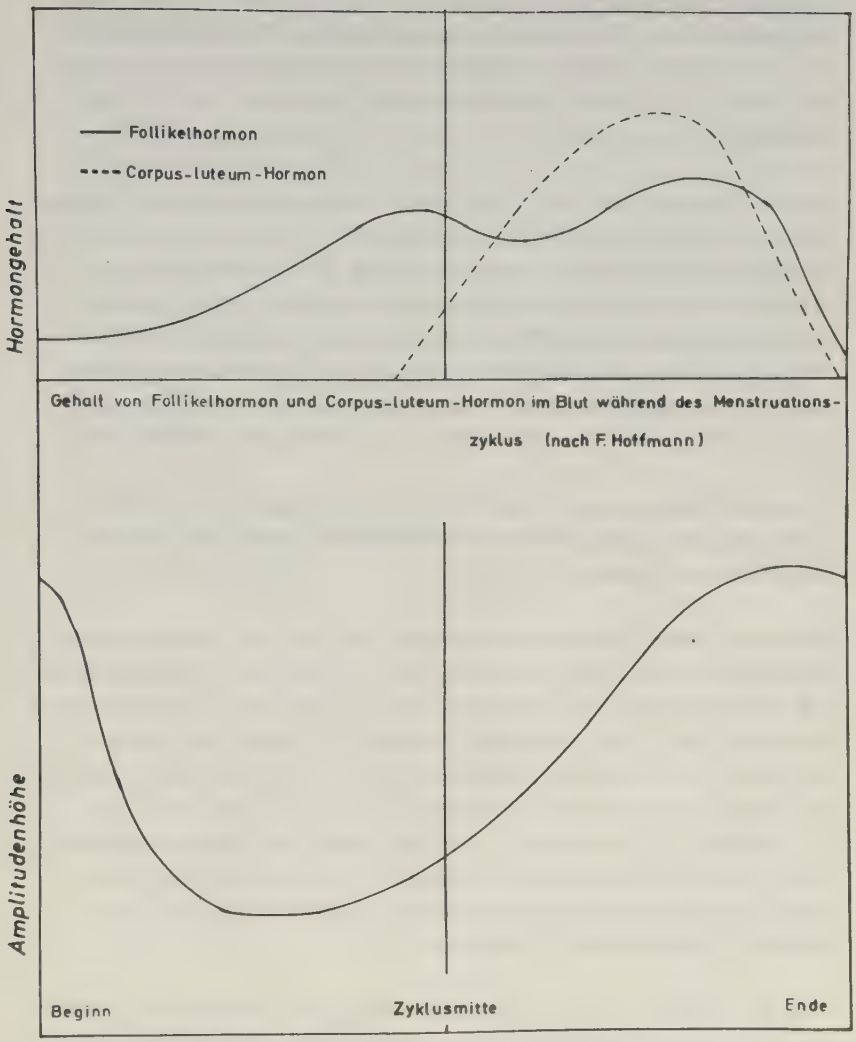


Abb. 10:
Schematische Darstellung der Parodontalpulsamplitudenschwankungen im Vergleich zu den Veränderungen des Gehalts von Follikelhormon und Corpus-luteum-Hormon im Blut während eines Menstruationszyklus.

Es liegt nun die Vermutung nahe, daß die von uns ermittelten Befunde in einem engen Zusammenhang mit dem hormonellen Geschehen während des Menstruationszyklus stehen, da sie einer bestimmten Gesetzmäßigkeit unterworfen zu sein scheinen.

Vergleicht man nämlich die unterschiedliche Größe der dentalen Pulsamplituden mit dem periodisch schwankenden Hormonspiegel im weiblichen Organismus, so läßt sich folgendes feststellen: Zusammenfallend mit einer Konzentrationszunahme der Ovarialhormone, besonders der östrogenen Stoffe und des Corpus-luteum-Hormons zu Ende des Menstruationszyklus hin beobachteten wir eine zunehmende Vergrößerung der Pulsamplitude im Parodontalplethysmogramm (s.Abb.10).

Mit dem Rückgang der Hormonmaxima auf normale vegetative Werte zur Zeit des Postmenstrums zeigen auch die Amplitudenhöhen abnehmende Werte.

Übereinstimmend mit dem Ansteigen des Corpus-luteum-Hormonspiegels in der zweiten Zyklushälfte imponiert im Vergleich zum postmenstruellen Zeitraum, in dem nur das Follikelhormon vorhanden ist, ein erhöhtes Gesamtpulsniveau. An dieser Stelle sei auch an die Theorie von A. LABHARDT und P.HOSSY (46) und die Beobachtungen von F.H. SCHULZ (74, 75) und E. FEUSTEL (11) erinnert, die von einer parasympathischen Gesamtreaktionslage während der ersten Zyklushälfte und einer sympathischen Reaktionslage unter dem Einfluß des Corpus-luteum-Hormons sprechen.

Nach R. WENNER (82), H.R. MÖHLEMANN (55) und E.FRÖHLICH(17) verursacht die Anwesenheit von östrogenen Stoffen eine Erweiterung der Blutgefäße. In der gynäkologischen Literatur

wird die Gefäßdilatatorische Wirkung des Follikelhormons beschrieben und therapeutisch zur Behandlung von peripheren Durchblutungsstörungen angewandt (R. WENNER) (82).

W. BETHMANN (4) stellt in diesem Zusammenhang eine kürzere Wiedererwärmungszeit der Gingiva auf einen Abkühlungsreiz nach Östrogengabe fest.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß nach unseren Beobachtungen auch die Parodontaldurchblutung dem zyklischen Geschehen unterworfen ist. wobei vor allem die Hormone Follikulin und Progesteron eine entscheidende Rolle für eine relative Mehrdurchblutung im Desmodontalraum zu spielen scheinen.

Daneben sind sicher weitere, zur Zeit noch nicht bekannte Faktoren, für die Variation der parodontalen Mikrozirkulation verantwortlich.

IX. Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit befaßte sich mit orientierenden Untersuchungen zur Zyklusabhängigkeit der parodontalen Durchblutung.

Mit Hilfe der peripheren Strombahnpletysmographie des Parodontiums wurden bei 7 Probandinnen über einen Zeitraum von mindestens einem vollständigen Menstruationszyklus Parodontalpulskurven registriert. Die Messungen erfolgten an oberen, parodontal gesunden Frontzähnen.

Ergebnisse:

1. Bei der Parodontalpulsregistrierung an oberen Frontzähnen wurden zyklusabhängige Schwankungen der Amplitudenhöhen beobachtet. Einem kurz praemenstruell bzw. menstruell erhöhten Pulsniveau folgte ein steiler Abfall der Amplitudenhöhen auf durchschnittlich niedrigere Werte im intermenstruellen Zeitraum. Zusätzlich waren geringe Niveauunterschiede zwischen praemenstruellem und postmenstruellem Zyklusteil zu erkennen.

2. Es wurde versucht, eine diagnostisch brauchbare Beziehung zwischen Amplitudenhöhe und aktueller Durchblutung herzustellen. Danach kann ganz allgemein von einer parodontalen Mehrdurchblutung im praemenstruellen Zeitraum bis zum Eintritt der Menstruation und einer relativen Minderdurchblutung im intermenstruellen Zeitraum gesprochen werden.

Als Nebenbefund konnte bei einer kieferorthopädisch vorbehandelten Patientin während des ganzen Zyklusablaufes eine

gegenüber der Norm stark vergrößerte Amplitudenhöhe registriert werden, wobei jedoch das gesamte zyklusabhängige Kurvenbild erhalten blieb.

Die Auswirkungen des menstruationszyklischen Wechselspiels im weiblichen Organismus auf die Durchblutung des Parodondiums wurde diskutiert.

X. LITERATURVERZEICHNIS

1. ALEXANDER, R.S. — Factors determining the contour of pressure pulses recorded from the aorta. Fed. Proc. 11, 738 (1952)

2. ARTNER, J. — Die vegetative Steuerung des Zyklus. Arch. Gynäk. 85, 185 (1954)

3. BAUER, W. und LANG, F.J. — Ober das Wandern der Zähne Vjschr. Zahnheilk. 44 (1928)

4. BETHMANN, W. — Ober Hormone und ihre Bedeutung zur Mundhöhle. Zahnärztl.Prax. 16, 61 (1965)

5. BLOCK, W. — Die Durchblutungsstörungen der Gliedmaßen. De Gruyter, Berlin 1951

6. BOEHL, W. — Ober die Gefäße des Periodontiums Med.Diss.Greifswald 1954 zit.nach G.H.Schuhmacher aus "Anatomie und Physiologie des Parodontiums." Dtsch.Stomat.12.Jg., 45 (1962)

7. COOPERMAN, N.R. — The relationship of adolescent menstruation to body temperature and sterility. Amer.J.Obstet.Gynec.57,701 (1949)

8. CULLIS, W.C., OPPENHEIMER, E.M. und ROSS-JOHNSON, M. — Observations on temperature and other changes in women during the menstrual cycle. Lancet 2, 954 (1922)

9. DAHLMANN, A. — Pharmakodynamische Untersuchungen des vegetativen Nervensystems im Intervall und während der Menstruation. Z.Geburtsh.Gynäk.80,524 (1918)

10. DIEMER, R. — Die physiologische Zahnbewegung. Med.Diss.Tübingen 1965

11. FEUSTEL, E. — Ober Veränderungen von Pulsfrequenz, Blutdruck, Reticulozytenzahl und Differentialblutbild während des Menstruationszyklus. Med.Diss.Tübingen 1954

12. FRANK, R.T., TAYLOR, H.C. und GREENHILL, J.P. — Zit.nach H.Martius aus "Lehrbuch der Gynäkologie" Georg Thieme, Stuttgart 1960

13. FRANK, O. — Der arterielle Puls Ges.Morph.Path.München 37,33(1962)

14. ders. — Theorie der Pulswellen Biol. 91, 416 (1926)

15. ders. — Der Puls in den Arterien Biol. 46, 441 (1905)

16. FRANKE, O. — Untersuchungen über das Verhalten des vegetativen Nervensystems während der Menstruation, nebst Bemerkungen über den Zusammenhang zwischen der inneren Sekretion und Menstruation. Z.klin.Med. 84 (1917)

17. FRÖHLICH, E. — Die Bedeutung der peripheren Durchblutung des Parodontiums bei der Entstehung und Therapie der Zahnbetterkrankungen. Dtsch.zahnärztl.Z.19, 153 (1964)

18. ders. — Entwicklung und Morphologie der Weichgewebe des Parodontiums Dtsch.zahnärztl.Z.13, 221 (1958)

19. GADERMANN, E. und JUNGMANN, H. — Klinische Arterienpulsschreibung Joh.Ambr.Barth, München 1964

20. GOODMAN, J. — The cyclical theory of menstruation. Amer.J.Obstet.Gynec.11,673 (1878)

21. HAGEN, W. — Virchows Arch.path.Anat. 239, 504 (1922) Zit. nach Southam, A.L. and Gonzaga, F.P. Systemic changes during the menstrual cycle. Amer.J.Obstet.Gynec.91,142(1965)

22. HAMMA, F. — Kapillarmikroskopische Untersuchungen bei paradentalen Erkrankungen Med.Diss.Tübingen 1935

23. HANKE, O. und HILDEBRANDT, G. — Ober die Bedeutung eines zweiten oszillometrischen Onotienten Z. Kreisl.-Forsch. 44 (1955)

24. HÄUPL, K. — Grundriss der Histo-Pathologie des Zahnes und seines Stützapparates Joh.Ambr.Barth, Leipzig 1940

25. HILDEBRANDT, G. — Ober die Sicherheit des oszillographischen Befundes bei peripheren Durchblutungsstörungen. Arch.phys.Ther.(Lpz.) 7, 150 (1955)

26. HOFMANN, M. — Die Periodontographie des gesunden und erkrankten Parodontiums. Habil.-Schrift Tübingen 1965

27. HOFMANN, M. und DIEMER, R. — Die Pulsation des Zahnes Dtsch.zahnärztl.Z.18, 1268 (1963)

28. dies. — Die Plethysmographie der peripheren Strombahnen des Parodontiums Dtsch.Zahnärztebl.17, 698 (1963)

29. HOLLÄNDER, L. — Odontalgie, deren Ursache und Behandlung Z.prakt.Med. 5/6, 49 (1876)

30. HOLLOSI, K. — Appendicitis und Menstruation Mschr.Geburtsh.Gynäk.106,187(1937)

31. HOLLOSI, K. — Appendicitis und Menstruation
Mschr.Geburtsh.Gynäk.
106, 187 (1937)

32. ZUR HORST-MEYER, A. und HEIDELMANN, G. — Menstruationszyklus, Gravidität und akrale Hautdurchblutung
Schweiz.Med.Wschr.19, 83 (1953)

33. HUEBER, E.F. — Ober periphere arterielle Durchblutungsstörungen und ihre therapeutische Beeinflussung
Z.Kreisl.-Forsch.45, 432 (1956)

34. HORTHLE, K. — Gestaltung und Wirkung des Arterienpulses.
Arch.Kreisl.-Forsch.14, 96 (1944)

35. ders. — Ober tonische und pulsatorische Bewegungen der Arterienwand
Pflügers Arch.ges.Physiol.
242, 1 (1939)

36. ILLIG, L. — Grundsätzliches über Bau, Funktion und Störungen der terminalen Strombahn.
Dtsch.zahnärztl.Z.19, 165 (1964)

37. JACOBI, M. — The question of rest in women during menstruation
New York 1876

38. JANTSCH, H. — Ober die Verwendung des Oszillometers nach v. Recklinghausen.
Wien.klin.Wschr.63, 173 (1951)

39. JUNCEDA, E.A. — La tension arterial retiana como test de ovulacion. (Communicacion previa) Acta.ginec.(Madr.) 12,603 (1961)

40. KLEITMAN, N. und RAMSAROOP, A. — Periodicity in body temperature and heart rate. Endocrinology, 43, 1 (1948)

41. KNAUS, H. — Vagotonie als Schwangerschaftssymptom. Zbl.Gynäk. 15, 798 (1924)

42. KÖRBER, K.H. — Untersuchungen zur Physiologie des parodontalen Gefäßsystems. Dtsch.zahnärztl.Z.18,1092 (1963)

43. ders. — Oszillographie der Parodontaldurchblutung. Dtsch.Zahnärztebl.17, 10 (1963)

44. KOMIENKO, E.A. — Changes in the caliber of retinal vessels in a normal and deranged menstrual cycle. Akush.i.Ginek.40, 92 (1960)

45. KOCHMEISTER, H. — Klinische Funktionsdiagnostik Georg Thieme, Stuttgart 1956

46. LABHARDT, A. und HOSSY, P. — Menstruation und Wellenbewegung Z.Geburtsh.Gynäk.84, 3 (1922)

47. LANDESMAN, R., DOUGLAS, G., DREISHPOON, G. und HOLZE, E.
The vascular bed of the bulbar conjunctiva in the normal menstrual cycle.
Amer.J.Obstetr.Gynec. 66, 988 (1953)

48. LANDSBERGER, R.
Kreislauf und Kreislaufstörungen im Kiefer und Zahngewebe.
Dtsch.Mschr.Zahnheilk.31,865 (1913)

49. LENZ, P.
Zur Gefäßstruktur des Parodontiums. Untersuchungen an Korrosionspräparaten von Affenkiefern.
Dtsch.zahnärztl.Z.23,357 (1968)

50. LINDER, M.L.
Ober das Verhalten von Blutdruck, Temperatur und Puls in den menstruellen Phasen.
Med.Diss.Basel 1921

51. v.KRIES, A.
Studien der Pulslehre
Freiburg 1892

52. MAREY, E.J.
La circulation du sang
Paris 1881

53. MATTHES, K.
Kreislaufuntersuchungen am Menschen mit fortlaufend registrierten Methoden.
Georg Thieme, Stuttgart 1951

54. MATTHES, K., GROSS, F. und GÜPFERT, A.
Untersuchungen über die Form des peripheren Pulses beim Menschen.
Arch.exp.Path.195,93 (1940)

55. MOHLEMANN, H.R. Das weibliche Parodont unter dem Einfluß geschlechtsspezifischer Hormone
Stoma 5, 3 (1952)

56. ders. Die physiologische und pathologische Zahnbeweglichkeit.
Schweiz.Mschr.Zahnheilk.
51, 1 (1951)

57. MOLLER, A. Physiologie des Koronarkreislaufes.
Cardiologica 40, 62 (1962)

58. MOLLER, O. Die feinsten Blutgefäße des Menschen in gesunden und kranken Tagen.
Enke-Verlag, Stuttgart 1939

59. MOORE, L.M. and COOPER, C.R. Monthly variations in cardiovascular activities and in respiratory rate in women.
Amer.J.Physiol.64, 416 (1923)

60. MOORE, L.M. and JENKINS, L.M. Cyclic variations in pulse rate in women and their relationsship to the menstrual cycle.
Proc.soc.exp.Biol.(N.Y.)
28, 997 (1931)

61. NETZER, C.O. Die Deutung der oszillographischen Kurve und ihrer Formveränderungen durch lokale und allgemeine Gefäßbeeinflussung.
Zbl.Chir.78 (1953)

62. OPPO, R. and ALBERTAZZI, M.
Riv.Ostet.Ginec. 17, 477 (1962)
Zit.nach Southam, A.L. and Gonzaga, F.P.
Systemic changes during the menstrual cycle.
Amer.J.Obstet.Gynec. 91, 142 (1965)

63. v. OTT, L.
Gesetz von der Periodizität der physiologischen Funktion im weiblichen Organismus.
Zbl.Gynäk.14, 31 (1890)

64. PETERSON, L.H.
Certain physical characteristics of the cardiovascular system.
Fed.Proc.11, 762 (1952)

65. PHILIPPIDES, D.
Klinische Untersuchungsmethoden bei peripheren Gefäßstörungen.
Chirurg 13, 129 (1941)

66. PORT, G.
Menstruation und Gravidität in ihren Beziehungen zu Erkrankungen der Mundhöhle.
Dtsch.Mschr.Zahnheilk.13,205 (1897)

67. RATSCHOW, M.
Die peripheren Durchblutungsstörungen.
Steinkopff-Verlag,Dresden 1953

68. v.RECKLINGHAUSEN, H. Blutdruckmessung und Kreislauf in den Arterien des Menschen. Verlag von Theodor Steinkopff Dresden und Leipzig 1940

69. REIMANN, L. und WAGNER, R. Fortlaufende unblutige Blutdruckregistrierung am menschlichen Kopfe. Die Naturwissenschaften 50 Jg., H. 12 (1963) Springer-Verlag Berlin

70. RIEBE, J. Welchen Einfluß üben Schwangerschaft und die Menstruationsstörungen auf das Zahnfleisch und die Zähne aus? Dtsch.Mschr.Zahnheilk.3,527 (1885)

71. SCHACHTEL, ZA. Gesteigerter intradentärer Blutdruck. Dtsch.Mschr.Zahnheilk.26,226 (1908)

72. SCHICKELE, J. Biochemische Untersuchungen über Uterus und Ovarien. Verh.dtsch.Ges.Gynäk. 1911

73. SCHMOTKIN,G. Klinische Untersuchungen über die Menstruation bei gesunden Individuen. Arch.Gynäk.97, 495 (1913)

74. SCHULZ, F.H. Menstruation und Innere Medizin VEB Georg Thieme, Leipzig 1954

75. SCHULZ, F.H. Menstruation und Zahnheilkunde. Dtsch.Zahnärztekal. 15, 147 (1956)

76. SCHWEITZER, G. Die Lymphgefäße des Zahnfleisches und der Zähne beim Menschen und bei den Säugetieren. Arch.Mikroskop.Anat.69, 807 (1907)

77. TANZER, F. Intradentärer Blutdruck Dtsch.Mschr.Zahnheilk.11,674 (1907)

78. THALER, H. und WICK, E. Ober periphere arterielle Durchblutungsstörungen. Kreisl.-Forsch.45,432 (1956)

79. TREUENFELS, D. Zit. nach Schachtel, ZA Gesteigerter intradentärer Blutdruck. Dtsch.Mschr.Zahnheilk.26,228(1908)

80. VÖLKER, R. Die funktionelle Diagnostik peripherer Durchblutungsstörungen. Dtsch.Arch.klin.Med. 196 (1950)

81. WEDL, C. Ober Gefäßknäuel im Zahnperioste. Virchows Arch.path.Anat. 85, 175 (1881)

82. WENNER, R. Grundriß der gynäkologischen Endokrinologie. Benno Schwebe und Co., Basel 1952

83. WETTERER, E. und DEPPE, B. Neuere Fortschritte der physikalischen Schlagvolumenbestimmung Verh.dtsch.Ge.Kreisl.-Forsch. 15, Anhang 91 (1949)

84. WICKE, E. Eine neue Methode zur doppelseitigen Oszillographie. Z.Kreisl.-Forsch.43, 162 (1954)

85. WINDUS, H. Oszillographische Messung des Blutdrucks und der peripheren Durchblutung an den Extremitäten. Dtsch.Med.Wschr.137 (1952)

86. ZISKIN, D.E. J.dent.Res.15, 407 (1936) Zit.nach F.H. Schulz, aus "Menstruation und Innere Medizin" VEB Georg Thieme, Leipzig 1954

Herrn Professor Dr. Manfred Hofmann danke ich recht herzlich für die Oberlassung des Themas und die wertvollen Anregungen.

Für die Durchsicht des Manuskripts erlaube ich mir, Herrn Professor Dr. Dr. Eugen Fröhlich, meinen besonderen Dank auszusprechen.

Herrn Dr. Robert Rietsch vom Institut für Medizinische Biometrie der Universität Tübingen danke ich für die Beratung in statistischen Fragen.

Lebenslauf

Am 10.10.1939 wurde ich, Klaus-Dieter Bulach, als Sohn des Zahnazrtes Dr. med. dent Bernhard Bulach und seiner Ehefrau Klaramaria, geb. Reiss, in Stuttgart geboren.

Im Jahre 1946 trat ich in die Grundschule ein. Von 1949 bis 1959 besuchte ich das Eberhard-Ludwigs-Gymnasium in Stuttgart.

Im Sommersemester 1959 begann ich das Studium der Zahnheilkunde an der Universität Tübingen. Dort bestand ich im Jahre 1962 die zahnärztliche Vorprüfung und im Jahre 1965 das Staatsexamen.

Seit dem 1. September 1965 verwalte ich eine wissenschaftliche Assistentenstelle an der Klinik und Poliklinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten der Universität Tübingen. Unterbrochen wurde diese Zeit durch Ableistung der Wehrpflicht bei der Bundeswehr von Januar 1967 bis Februar 1968.